養液栽培技術講習會專刊

中華民國八十一年三月二十六日至二十七日於台中教師會館舉行

TARI LIB.
C004283

4

沈再發●許淼淼　主編

.2
11
4
92

行政院農業委員會　補助

台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所　編印

中華民國八十一年九月三十日

435.2
3411
1.4
3921

養液栽培技術講習會專刊

第 四 輯

中華民國八十一年三月二十六日至二十七日於台中教師會館舉行

沈 再 發
許 淼 淼 主編

行 政 院 農 業 委 員 會 補助
台 灣 省
農業試驗所 鳳山熱帶園藝試驗分所 編印

中華民國八十一年九月三十日

04293

八十一年養液栽培技術講習會紀念

1. 參加學員報到，領取資料袋

2. 杜所長蒞臨致歡迎詞

3. 學員專心聆聽講課

4. 針對各專家學者授課內容提出問題討論

5. 綜合討論主持人

6. 針對推廣問題提出研討

7. 學員熱烈參與綜合討論，探討解決之有效方法

8. 針對蔬菜品質及安全性提出問題，加以探討

一、台中青年農場浮根式水耕蕹菜連作栽培情形

二、青年農場高架式水耕栽培各種葉菜類

三、果菜類之水耕栽培技術亟待積極開發建立

四、亞森農園以觀光休閒爲目標，進行多元化經營管理

五、亞森農園以岩綿配合滴灌之栽培現況

六、桃太郎番茄岩綿栽培結果良好

七、青田綜合農場豌豆苗培育生產實況

八、學員觀摩研習青田綜合農場，結束行程合照留念

目　　錄

序……沈分所長再發……I
致歡迎詞……杜所長金池……II
岩綿栽培的養分管理……沈再發、林俊彥、許淼淼……1
水耕養液中的氮素問題……王銀波、吳正宗……15
花卉滴灌養液栽培……林瑞松……28
植物工廠發展現況……高德錚……32
養液栽培之生理障礙……林深林、林慧玲、李國權……44
豌豆芽菜根腐病之發生與防治……林益昇、黃晉興……51
設施栽培蔬菜蟲害及其防治……王雪香……58
觀賞植物養液栽培……陳榮濱……62
談番茄的岩綿栽培……邱清鈺……72
洋香瓜養液栽培經驗談……葉連桂……75
豌豆苗培育經驗談……詹明興……78
綜合討論……79
問卷調查結果……86
講師通訊錄……89
學員通訊錄……90
附錄……95

序

養液栽培爲一綜合性的新興農業科技，要有栽培、機械、化學、病蟲害及環境管理等技術。本省屬初期發展階段，由於本省農作物栽培生產環境極不穩定，且國人對農產品品質要求提高之多項前題下，利用養液栽培生產高品質蔬果之技術備受各界重視。在農政單位多年的經費支援下，幾個試驗研究單位及大專院校均積極投入，進行該項技術之開發與研究，並且世界上該項尖端技術之進步極爲迅速，爲能將該項成果與新知轉移給農家，因此，今年再行舉辦「第四次養液栽培技術講習會」，以加強本土化實用技術之轉移。

本省養液栽培面積由七十五年尙未有經濟栽培的水耕農家，推展到目前有20公頃以上之栽培面積（尙不包括豆苗生產面積約13公頃），實屬不易，雖然栽培面積並不大，但是，如葉菜類每年可產15～20作或以上的記錄，不僅是有穩定本省夏季蔬菜生產之功能，同時創造出熱帶地區的生產特色。除了葉菜類之生產外，經營農家對果菜類及觀賞花木之栽培技術需求甚殷，因而本次講習會即針對營養管理、果菜及觀賞花木栽培技術、介質栽培如岩綿栽培、病蟲害防治及植物工廠生產等主題進行一系列的說明講解，並由實際栽培的農戶發表其經營心得與經驗，藉由雙向討論溝通，期能提昇經營理念。

另在本次講習中進行學員問卷調查，得知參加人員均爲實際栽培者，且繼續經營之意願均極高；對本次講習之內容大多數皆表示滿意以上程度，並一致希望繼續辦理本項講習會，且期盼加強營養、生理之專業知識及栽培經驗談內容；而舉辦地點則多數贊同在中部。

養液栽培技術講習會專刊第一、二、三輯，因國內、外各界踴躍索取，已無存書可供贈閱，如需相關資料，請向農業試驗改良單位之圖書館查閱。由於各界對養液栽培技術資訊殷切需求，特將本次講習會內容編輯成專刊第四輯，以提供實際生產者、研究人員與相關業者、人士之參考。冀盼本省養液栽培事業在產官學三者充分配合下，能更上一層樓發展。

鳳山熱帶園藝試驗分所
分所長 沈再發 謹誌

八十一年六月三十日

杜所長金池致歡迎詞

各位貴賓、各位女士、各位先生、大家好：

歡迎大家來參加第四次的養液栽培技術講習會，從民國七十七年到七十九年的前三屆，我們都是在鳳山分所也就是高雄縣舉辦，今年我們作了一些改變，就是把講習會會場設在台中市，我們希望設在整個台灣的中心點一台中市，能使南來北往的養液栽培界先進們、朋友們在出席的時候更方便，而達到更好的講習效果。我曉得在今天晚上有一個檢討會，明天還有一個活動是到外地去參觀，假如這種改變方式能夠適應大家的話，希望大家在檢討會，或是參觀的時候隨時向沈分所長反應，我們願意以更方便於大家的方式作爲以後再繼續舉辦講習會時的參考及根據。

我們曉得在民國七十七年，第一次舉辦這個講習會的時候，養液栽培在台灣可以說是絕無僅有，有的話也只是零零星星的幾厘地、幾分地，或是一棟簡單的網室在作嘗試栽培而已，所以這四次的講習會，我們每次都要因應大環境或是實際的需要，而講習會的內容也跟著調整，譬如民國七十七年第一次講習會的時候，只是介紹一些養液栽培的方法；第二年講進一步的栽培技術；第三年講了一些養液栽培管理方面的技術；經過幾年的努力，在養液栽培界建立了很多朋友的信心，從無到目前爲止，扣除芽菜的栽培大概有 20 公頃左右的設施，這個工作也可以說是大家共同努力的成果。今年的講習會我們希望能夠再提高管理技術的層次，邀請有關的專家、學者，希望能將他們在過去一年所做的、所吸收的新知識、新資訊帶給大家，另一方面，因爲目前有 20 公頃的栽培面積，可以說不簡單，所以希望也能夠利用這個機會，大家互相交換經驗，求得共識、求得進步、也能夠求得突破，使養液栽培能夠百尺竿頭、更進一步！

舉辦這個講習會並不意謂著政府要推廣養液栽培，而是說，養液栽培是一個現代化農業的科技，各位朋友既然對養液栽培從無變成寄滿信心，並且也能從無到有，拓展了這個場面，所以我們希望能夠協助大家從原來的技術開展到另外一面新的技術，使大家賺更多的錢、謀得更多利，這是最大的目的。而經過幾年來有關學者、專家的努力，以及各位的不畏艱難、共同奮鬥，到今天的場面代表了幾個意義：第一點是毅力的表現，七十七年時養液栽培佔台灣整個農業耕作面積的比例是非常小的，但是想要開創一個事業如果沒有很大的勇氣、信心和毅力是沒有辦法進行的，這是第一點我們覺得非常安慰的。第二點，養液栽培、設施栽培等這些新的農業技術代表了一個現代化的農業及一個科技化的經營，也代表了在台灣特殊環境下農業的一個轉型，因爲養液栽培對於我們老一代的人來說，能在一個設施下連續不斷地種植同一種作物幾乎是辦不到的事情，但是今天，我們做到了，而且能在台灣這種夏季多雨又高溫的情況下，將本來在溫帶地區才能夠做的設施栽培經營成功。人家說，什麼生意都可以做，只有虧本生意是不能做的。各位假如從事養液栽培的生意虧本的話，相信今天也不會坐在這裏了，因爲我們總不能將老祖宗留下來的錢在自己手上做一個事業就像慈善事業一樣拚命的把錢花掉，有誰願意繼續去經營一個不賺錢的事業呢？目前，各位賺的錢可能比較少，所以我們希望能夠幫助大家賺得更多，這才是講習會的目的，所以第二點很重要，表示我們大家對於現代化農業科技的認同。第三點，在座的大約百分之八十以上都是年輕的朋友，表示我們大家對於台灣農業前途的信心，接替有人啦！我們農業不僅不是一個夕陽產業，農業將會有一個很美麗的明天，人家常說農業沒有希望，農業是一個夕陽產業，因爲沒有年輕人要從事這個行業，不！看了這麼多年輕的面孔，讓我們充滿了信心，我們開創了一個屬於農業的春天，所以今天的講習會讓我們有這三點的感觸，在這裏講出來給大家作鼓勵，同時也感到欣慰。

這次的課程，我們安排了專家及在大學裏有經驗的教授來跟大家共同討論，並且也安排了幾位工作的同仁，就是實際從事養液栽培的同仁，把他們的經驗能夠利用這個機會講出來大家共同討論，明天還有一整天的觀摩活動，希望這種安排能夠達到互相勉勵，且從過去的工作經驗驗中求得進步的效果，假如這種安排還有不盡如意的地方，請大家不要客氣提出你們寶貴的意見，讓我們有機會在下次再辦理的時候做參考。

這次是歷年來第四次舉辦的講習會，承蒙農委會的經費補助，還有學校及有關試驗場所的專家、教授們通力的合作才使這個講習會能夠順利的舉辦，尤其是鳳山分所所有的同仁，能夠同心協力、不畏艱苦，並且過去在鳳山自己的分所來籌辦，那當然駕輕就熟，場地都是自己的也比較方便，但是換到台中，需把鳳山的人員調到這個地方來難免場地生疏，但是他們服務的熱忱的確讓人非常欽佩，我在這裏除了感謝各位遠到來參加之外，對於他們的辛苦也特別表示謝意。今天能在這裏跟各位講幾句話感到很高興，因爲我另外有一個會議在農業試驗所召開，農業試驗所現在正在籌辦一個很大型的計畫就是種源庫、基因庫、種子銀行的建立，所以在這裏跟大家見面之後馬上要趕回去主持另外一個會議，我在這裏祝福大家事業成功、身體健康，今天的講習會成功，謝謝大家！

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　1～14, 1992

岩綿栽培的養分管理*

沈再發・林俊彥・許森森**

一、施用培養液的基本概念

岩綿本身並不含有植物所需的養分，施了養液也不吸附任何養分。因此，植物所需的養分不管多或少都必須從外不斷地供應。此意指一個培養液必須包括下列要素組成：

氮(Nitrogen)(NO_3－N, NH_4－N)	鐵(Iron)
磷(Phosphorus)	銅(Copper)
鉀(Potassium)	鋅(Zinc)
鈣(Calcium)	錳(Manganese)
鎂(Magnesium)	硼(Boron)
硫(Sulphur)	鉬(Molybdenum)

除以上所列之外，使用的水中依水質常含有不等量的鈉或氯，這兩種元素對於大部分的植物而言，並非爲生長所必須的。還有兩種重要離子也存在於溶液中，其中一爲氫離子(H^+)，其濃度可由 pH 表示之；另一爲氫氧離子(OH^-)，對於 pH 的調節很重要。用水中有時也會含有碳酸離子或重碳酸離子，會影響 pH 值的調節。

植物對於養分的吸收，與根周圍的溶液中要素濃度有密切關係。假如某一特定要素的濃度太低時，植物將無法充分地吸收此一要素，就會對生長有不利的影響。培養液中各要素間的比率也會影響某一要素的吸收，例如：鉀過多可能造成鈣和鎂的吸收受抑制。

以上之情形可以推導出利用岩綿栽培時的一基本原則：

根圈周圍各要素間的比例，必須是平衡以使作物生育得到最適宜的條件。

雖然個別要素的濃度總含量也很重要，但實際上，決定植物生長是否受營養因素所限制，當以要素間的比率影響是最大的。所以，調查岩綿栽培作物的營養狀況，必須定期從岩綿內採取養液分析。僅瞭解施用於岩綿的培養液之組成並不能滿足管理的需要，因爲根圈實際在岩綿內的養液之有效性，和所施用的養液之間常會有相當的差異存在。

1.肥料成分之表示法

植物營養學家和化學家對於岩綿栽培使用的各種要素均以元素符號來表示。今將一般要素列表如下：

NO_3－N	硝酸態氮
NH_4－N	氨態氮
N	氮（包括硝酸態氮及氨態氮）
P	磷

---

* 本文主要內容譯自 Denis L. Smith 著 Rockwool in Horticulture

**台灣省農業試驗所鳳山分所研究員兼分所長、台東區農業改良場助理研究員及農試所鳳山分所助理

K	鉀
Ca	鈣
Mg	鎂
S 或 SO_4-S	硫
Na	鈉
Cl	氯
HCO_3	重碳酸
CO_3	碳酸
Fe	鐵
Cu	銅
Zn	鋅
Mn	錳
B	硼
Mo	鉬

硫以上之元素稱為大量要素(Major elements)，以下稱為微量要素(Trace elements)；鈉、氯、碳酸、重碳酸則不是必須元素。

培養液中之要素濃度有許多種表示方法，例如培養液中之氮含量可以表示成154 ppm、154 mg/l 或11 mmol/l。前兩種表示法較直接，其數值總是一樣的；也就是說不論何種要素154 ppm 就是 1 升中含154 mg。第三種的 mmol/l 或 μmol/l 表示法就比較困難些，因為這是以要素之分子量為基本的一種系統。因此，ppm 和 mmol/l 之間的轉換係數就會因要素而異，兩種表示法均被廣泛地採用，濃度單位之轉換表如附錄 1。除此之外，尚有 meq/l 的表示方法，此與 mmol/l 有關連，但稍迴異。

2.組成培養液所用的肥料

依作物栽培種類不同所研究出的培養液組成配方非常之多，此處僅舉一個例子，如表一，要配成這種培養液，必須要用到幾種不同的肥料。首先，如果用水中的 pH 太高，為調整需要，可以使用硝酸或磷酸來調節。而此兩種物質將可提供部分或全量的硝酸態氮或磷。鈣之供應以硝酸鈣為主要來源，同時也可提供部分的硝酸態氮。如果鉀與氮的比值過高時，可使用硫酸鉀，但一般仍以硝酸鉀為鉀源，同時也可提供更多的硝酸態氮。鎂源以硫酸鎂或硝酸鎂來供應。許多的磷都以磷酸一鉀或磷酸一氨提供磷源，同時也提供一部份鉀或氨態氮。而硝酸氨可以提供硝酸態氮和氨態氮。

表一　英國夏作番茄岩綿栽培用標準培養液組成

NO_3-N	143 ppm	Fe	0.55 ppm
NH_4-N	7 ppm	Cu	0.03 ppm
P	40 ppm	Zn	0.25 ppm
K	275 ppm	Mn	0.05 ppm
Ca	175 ppm	B	0.30 ppm
Mg	30 ppm	Mo	0.05 ppm

由以上可以瞭解到，由基本肥料來配製培養液並非是一件簡單的工作，但仍可依後述之方法來完成。在計算之前需先瞭解各種肥料的要素含有率，表二是一般使用的肥料各要素之含有率，但僅供參考。因要素的含有率，依肥料等級及製造廠商而有所不同，分析值也略有差異。一般以肥料包裝袋所書寫記載為準。

其他偶而也被使用的肥料有重碳酸鉀（含鉀39%），氫氧化鈣（含鈣54%）和尿素（含氨態氮47%）等。

近年來，針對岩綿及其他不活性介質使用的新種類肥料也已陸續被開發。荷蘭的肥料公司配製成不同濃度的酸液，使栽培者更容易調整培養液的酸度。但直到最近才有37%的硝酸和磷酸供園藝生產者使用。磷酸比硝酸對酸度的調整力弱，因此如果調整酸度的濃度相同的話，則磷酸的需要量就較多，新的磷酸與同單位重量的硝酸之酸度調整力相同。現在的硝酸濃度為38%，而磷酸則已提高為59%，兩者對酸度具有相同的調整力。但對生產者而言，仍無法完全解決所有的問題，僅表示他能自由地運用此兩種材料在酸度調節上，以相等重量的方式，將兩種相互組合使用。然而，酸液之量常取決於體積而不依重量計，比重不同的兩種酸液依其體積比較時，則其對酸度的調整力就不盡相同。磷酸 1 公升與0.89公升硝酸具有相同的酸度調整力。

表二　培養液組成所用的肥料名稱

肥　　料	含　　有　　率
硝酸(60%)	NO_3-N：18%(W/V)
磷酸(37%)	P：12%
硝酸鈣	NO_3-N：14%, NH_4-N：1%, Ca：19%
硝酸鉀	NO_3-N：13%, K：38 %
硝酸氨	NO_3-N：17%, NH_4-N：17%
硝酸鎂	NO_3-N：11%, Mg：9%
硫酸鎂	Mg：10%, S：13%
硫酸鉀	K：45%, S：18%
磷酸一鉀	P：23%, K：28%
磷酸一氨	P：27%, NH_4-N：12%
鉗合鐵	Fe：6～13% 依形態而異
硫酸銅	Cu：25%
硫酸鋅	Zn：23%或37%
硫酸錳	Mn：32%
硼酸	B：11%
鉬酸鈉	Mo：40%

另有新型態硝酸氨和硝酸鎂，這兩種物質使用的目標是不相同的。它的固形物因具有受潮性，會吸附空氣中的水分而潮濕，稱重時易產生重量上的誤差。而兩者新型態產品為濃縮液，不只使用上較方便也比較安全。液體的硝酸氨含氮20%，比固態的35%低。而液態的硝酸鎂含鎂 6 %，固態時為11%。以上所示是重量百分比(%)。若是以體積來計算，則所採取的基準點就會不

同。液態的硝酸氨以體積來計算，氮的含有率為25%，而硝酸鎂之鎂含有率為9.5%。園藝及農藝用之普通級肥料含有某種程度之不純物，但岩綿栽培上儘可能使用純度較高的肥料。

3.培養液之配製法

前面所提及的夏作番茄栽培用之標準培養液，與一般岩綿栽培用培養液之配製法並無不同。如果具有大型之水槽，肥料可直接於槽內稀釋，將之溶於適量的水中，再直接供應於作物上。但這種方式並未被普遍採用。其理由為：第一，非常大之水槽購入不易，又須經常要配製培養液，尤其在夏天水分消耗量極大時。第二，不容易確認在大量之水中，肥料是否完全溶解且均勻分布。

一般仍以先配製成濃縮之母液，再予稀釋之後供作物利用。標準之母液是實際使用濃度的100倍，但也有採用其他稀釋比率者。

把岩綿栽培用之完全培養液所須之肥料成分配製成單一濃縮之母液是不太可能的。主要理由為磷酸鈣在水中不容易溶解，雖然並不直接使用磷酸鈣，但在母液中任何含鈣之肥料（如硝酸鈣）皆會與含有磷酸（如磷酸一鉀）反應，生成磷酸鈣沈澱在貯液槽的底部，並會造成兩種嚴重的影響；其一為母液中所含的鈣和磷酸量降低，植物無法再吸收利用，其二為不易溶解的磷酸鈣被送入灌溉系統之後，會阻塞管路和滴管。

因此，必須分開配製兩種母液，將之分別稀釋100倍之後再混合施用，稀釋混合後的培養液因濃度較低，磷酸鈣沈澱之現象可減緩。也有用一個槽而安全地做成母液，但是這僅適用於某種可行之條件，而不被普遍地採用。這理由容後再述。一般得配製成兩種母液槽系統：一為含鈣源（一般稱為A槽）；另一為含磷酸源（一般稱為B槽）。有時還有第三槽，係專為酸供調整pH值之用。通常是自動控制酸度，以維持培養液之pH使不致有大幅度之變化。

4.施肥量之計算

由各種不同的肥料源來配製所設定的培養液，雖顯得複雜些，但仍有一邏輯之方式來加以計算所供培養液的各種肥料量。依下列之順序來計算：

(1)首先計算調整pH值所需的酸量。不論是使用硝酸或磷酸，都要計算出施用多少硝酸態氮或磷。如果是採用pH自動調整系統注入酸液時，則得先預估所使用酸之平均量。

(2)從總磷需要量扣除調整pH值時所使用酸的磷含量，所剩餘的磷量計算出施用多少的磷酸一鉀或磷酸一銨量。同時，也算出該所施肥料中所含的氨態氮或鉀量。

(3)由鈣之需要量（扣除水源內之鈣）計算硝酸鈣之施用量。依施用之硝酸鈣量中計算出其所含的硝酸態氮素量。

(4)若是濃縮液中使用標準比率需硝酸氨 4kg/1000公升或其他濃度之時，就可計算出供給多少的氨態氮和硝酸態氮。

(5)至此，求出已加入多少量的硝酸態氮，所餘之差額以硝酸鉀補足，並求出其供給的鉀量。

(6)從鉀的總需要量。扣除已加入的，不足的鉀再以硫酸鉀補足之。

(7)計算所需的硫酸鎂、鉗合鐵和微量元素之量。

分配於兩個母液槽之各種肥料種類有不同的想法，下列的方法是荷蘭及英國 Guernsey 地方普遍採用的方法：

A 槽	B 槽
硝酸（半量）	硝酸（半量）
硝酸鈣	磷酸
硝酸鉀（半量）	硝酸鉀（半量）
硝酸氨	硫酸鉀
鉗合鐵	硫酸鎂
	磷酸一鉀或磷酸一氨
	微量要素

依使用之肥料品質而定，在槽內可能會有不純而不溶解的殘渣，或液面形成一皮膜，或槽底也會有沈澱物。其主要的原因爲硝酸鈣，其表面以不溶的碳酸鹽，和硝酸鉀做皮膜，因此含有相當量的碳酸鹽和一些氫氧化物。碳酸鹽與母液槽中的錳和鋅會結合成不溶性的物質，尤其是不使用鉗合物時更易發生。如果在槽內添加酸液，碳酸鹽將成可溶性，就可避免這些問題。若不需特別加酸調整，或是酸經由第三槽另外加入時，則可在兩個槽中各加入少量的硝酸以使碳酸鹽變成可溶性。但以37%之硝酸加入於每1000公升的母液中不超過200 ml，這樣才不致對培養液的 pH 值或硝酸態氮之濃度有所影響。如果加入了酸液，仍使其他肥料形成不溶性殘渣，就需在槽的供液管上加裝簡易的過濾設備。

母液槽中的肥料，有許多種不同的組合，例如：ICI Solufeed 公司是將硝酸鈣單獨溶在一個槽中，其他的肥料種類混合溶在另一個槽內。而酸液與肥料槽分別放置，並裝有自動 pH 控制器。因此，配製濃縮液唯一的原則是：鈣鹽必須要與任何含有磷酸鹽者分開，不可混合在一起。

5.培養液組成之計算法

以夏作番茄栽培用標準培養液爲例，配製母液1000公升之計算順序如下：

首先一定要計算用水之 pH 值調整之酸用量。如果水中含有50 ppm 以上的重碳酸鹽，就必須做酸化處理，酸化處理則以硝酸或磷酸來調整。以經濟上的考慮而言，最好先使用磷酸，並限達到所需供給之磷量爲止，若仍不足，則以硝酸來補充。

假設水中含有60 ppm 的重碳酸鹽，以使用磷酸來中和時，則在 B 槽中的母液1000公升需37%的磷酸21公升，或與其同等體積之強酸來中和。依肥料成分含量表，母液 1：100稀釋使用時，相當於供給了31 ppm 的磷。其次計算出尚要補足磷的必要量，以磷酸一鉀來補充其所需之磷量爲 9 ppm。

9 ppm＝9 mg/1＝9 g/10001

因稀釋比率爲 1：100，所以配製母液1000公升時須加0.9kg的磷。

磷酸一鉀含有23%的磷，所以大約需加 4.0 kg 於 B 槽內。這同時也供給了11 ppm 的鉀。

以酸度調整和磷之施用完成後，其次考慮鈣。假設水中含有55 ppm 的鈣，則另須加入120ppm。依前面一樣的計算方式，求出須加入63.1 kg 的硝酸鈣，同時也提供了硝酸態氮95 ppm。

接著爲氮素之計算，在 A 槽中1000 公升依一般標準加入 4 kg 之硝酸氨，這供給了14 ppm 的氮。而上述硝酸鈣之加入已供給了95 ppm 之氮，剩餘之41 ppm 由硝酸鉀來供應。經計算須加入31 kg 的硝酸鉀，此量由 A、B 兩槽各平分一半。由此同時也供給了鉀120 ppm。爲補足 K 的

需要量，尚要從硫酸鉀補充 144 ppm，所以須加入32 kg 的硫酸鉀於 B 槽。

若水中含有17 ppm 的鎂，則只要再加入13 ppm 的鎂即可。所以在 B 槽中需要加入13 kg 的硫酸鎂。最後於 A 槽再加適量的鉗合鐵，於 B 槽加入其他的微量要素（表三）。

表三 番茄培養液100倍母液組成之計算法

		NO_3-N	NH_4-N	P	K	Ca	Mg
		143	7	40	275	175	30(ppm)
水	1000 ℓ					55	17
37%磷酸	21 ℓ			31			
磷酸一鉀	4 kg			9	11		
硝酸鈣	63.1kg	95				120	
硝酸氨	4 kg	7	7				
硝酸鉀	31 kg	41			120		
硫酸鉀	32 kg				144		
硫酸鎂	13 kg						13

二、作物營養之監控

以岩綿栽培任何作物，生產者欲得到最高產量和品質，必須自始至終給與作物最適當的營養狀況。爲達此目標，必須定期檢視作物的營養狀態，以所偵測的結果再和標準的〝目標值〞做比較。

要做到何種程度或次數的檢查，雖然依作物和栽培法有所變化，但是一般上是有一規則的。一般而言，與植物根系有關，必須瞭解施用於岩綿之培養液（供液）和在岩綿內留存養液（岩綿內養液）之組成。依此資料可確知是否有提供植物的根所必要的正確濃度、組成。再進一步做植體分析以檢查作物之營養狀態。在每一生育階段進行之同時也需注意影響作物養分吸收之環境因素。一個完整的檢查工作大致可分爲三部分：施用的培養液，岩綿內培養液和植體之本身。有關植體分析不在此詳述外，今先討論有關培養液之檢查工作。

1.每日之檢查

生產者必須從施用培養液和在岩綿內培養液獲得三階段資料，並且必須決定採樣之次數。第一階段是培養液之 pH 值和 EC 值。對於施用之培養液而言，需要每天做測定，因爲這可以做爲檢視稀釋器及 pH 調節器的依據。一旦母液配製使用，每一種被稀釋之養液可能按同一比率而穩定的供液。也有可能兩液槽出現不同的稀釋速率進行，則可由各槽中母液之消耗量來偵測出。兩槽之母液之下降應爲同速度併行的。如果兩槽之消耗量不一致，則需檢視稀釋裝置並調整之。但是稀釋裝置也會產生太高或太低濃度的溶液，這時要測試 EC 在供液管內之稀釋裝置內設 EC 測定器。如此得每日測試培養液到達岩綿之 EC 值。實際上，預留一滴管使滴液滴到設置之小型容器，收集養液樣品，用攜帶型之 EC 測定器來測定即可。

同時施用培養液也需測定 pH 值，即使採用酸液直接放入母液槽內以完成酸度調整之方式，這測定工作更具相當價值。這可以正確表示水中酸度之變化，以瞭解培養液酸度調整之程度。如

果酸度之調節係由自動 pH 調節器來運作時，也可藉每日的檢查而瞭解 pH 調節器的正確性。

嚴格來說，只對施用之養液行檢查，並不是十分的安全。生產者爲瞭解自己栽培作物之營養狀態，當會以檢查施用培養液的方法來檢查岩綿內的培養液。每日檢查岩綿內養液的 EC 值，就可得知培養液是否有足夠的養液供液量，且每日岩綿內養液之 pH 檢查，可確定栽培中之酸度調整是否有變更必要。

有系統的記錄每天測試的結果，可以得知任何變化的傾向，可整理做成曲線圖，或整理成如表四之格式。

表四

日期	施用養液之 pH 值	岩綿內養液之 pH 值	施用養液之 EC 值	岩綿內養液之 EC 值
3 月12日	5.6	5.9	2.75	4.85
13日	5.6	5.9	2.70	4.95
14日	5.7	5.9	2.75	4.90
15日	5.6	6.0	2.80	5.00
16日	5.7	5.9	2.80	4.95

如果在一溫室中劃分幾個不同的區域，配置不同的稀釋系統，則須每日每一個區域分別檢查。至少每一區域選一具代表性的部分檢查。儘可能於每日同一時間取樣，同時供液之循環時刻也在同一相關對應時間檢視。至於取樣的時間是在供液之前或之後，只要決定任何一項以同樣的方法就好。但供液前取樣比供液後取樣，施用培養液和岩綿內培養液之差異有較大之差異。與其比較每次測定值，不如觀察其整體的變化之傾向來得重要。

2.每兩週之檢查

生產者爲了維持作物營養狀態之正常，必須獲得第二階段的資料，即是岩綿內培養液中大量要素之分析值。從經驗上得知，養液有發生重大之變化，有需要進行養液之修正的話，一般兩週一次的分析報告已足夠判斷。而一般的長期栽培作物如玫瑰，其變化的型態如已有建立的話，則每個月只要取樣一次已足夠了。雖然該種檢查的重要性並不比每日測試來得重要，但與每日測試一般，須在取樣同一時間採樣。同時供液循環時刻也儘可能在同一對應時間取樣。

岩綿內培養液取樣之同時，也須同時採取施用培養液來分析。兩種之分析可作爲結果之說明，同時，再追溯前一次所得之結果，研判岩綿內之要素含量與施用培養液之不均衡情況，即可找出問題之所在。

3.每個月之檢查

第三階段之資料必包括微量要素在內的岩綿內全量要素之分析，微量要素之測定不必像大量要素之頻繁，每月一次就已足夠。取樣之方式與大量要素相同，但是取樣量需多些，或是同一樣品取兩重覆進行分析更佳。

歸納以上所述有關岩綿栽培必要的養液調查要點如下：

A.每日：由生產者對施用培養液及岩綿內培養液之測定 pH 值和 EC 值。

B.每兩週：施用培養液及岩綿內培養液之大量要素的分析。

C.每個月：施用培養液及岩綿內培養液之全部要素分析，包括微量要素。

植物體葉汁液之分析，大量要素每兩週一次，而全部要素之分析包括微量要素在內，則每個月一次。

4.樣品之採樣法

對施用培養液之取樣以流抵岩綿之前爲宜，換句話說，在預留之滴嘴直接收集取樣。在適當的滴嘴下設置容積一公升的集液瓶，滴嘴以接近瓶底爲宜，如此瓶中之培養液在滿溢時就會流出，而在分析之前瓶液則經常爲新液。施用培養液之濃度、組成若同爲一供液系統，則在任何處取樣當爲一樣，且不必在二個地方取樣。如果施用培養液之組成和濃度於取樣時期有所改變時，必須將集液瓶洗淨，新收集的樣品才會有代表性。

關於岩綿內部之培養液之採樣及分析，要取得代表全部岩綿之樣品是一件不易的工作。因爲每一岩綿單位供液量多少有差異，而作物本身之吸收也有差異，造成每一岩綿內培養液的濃度和組成之情況不一致。因此，從15-20個岩綿中各取一點點培養液集一起之樣品較適當。並且取樣時，要避免生育障礙之植株，應選擇發育健全之植株上的岩綿，也不要限定在一個區域，儘可能在一個供液系統內分散各地點。

收集岩綿內培養液最適當的器具是以約50 ml 容積的塑膠製注射器爲佳。而注射針之長度須能從岩綿上面刺入達到岩綿的底面，每一岩綿每次採取30-40 ml 的話就已足夠各要素之分析。注射器可從岩綿上垂直插入，或是從角落斜插，以能達底面約 1 公分處再吸取之。如此的話，特別是在岩綿內供液暫時停止而未儲存相當水分時，這種作法也能採取到足夠之養液量。

如果取樣方式能有一規則，則從岩綿內何處取樣並不重要。但是靠近植物體的直下方與植株間的培養液濃度常有差異。因之，番茄之標準採樣方式，一半取自植株下方處，另一半取自株間，這樣就能採取具全體代表性之樣品。

養液樣品送到分析中心之時，有關容器之形狀和運輸之狀況應依分析中心之指示行之。但一般容器以保特瓶或塑膠瓶500 ml 之容器爲適當。容器必須洗淨，最好在分析中心以藥品洗淨，或是以所裝之液體來清洗。培養液樣品必須裝滿至瓶口，不要殘存空間或氣泡，再用洗淨之瓶蓋確實蓋緊，並儘早送到分析中心。萬一時間上不能立即送達，必須保存在冰箱。若是要分析全部要素則需準備兩分之樣品。特別要注意的是 pH 及鐵等，新鮮之樣品與經冷藏後之樣品有時其結果不一致。尤其是 pH 值，生產者自行之測試值與分析中心之報告值常有差異，易引起混雜，但是，它並非代表那一面有所錯誤。

當稀釋後的培養液分析值與目標值不一致時，則有需要從母液槽直接取樣。這樣做，才可知兩個液槽是否依同比率進行稀釋或母液配製錯誤。值得提醒的是，要從母液槽中採取正確代表性的樣品並不容易，因爲槽內的溶液其濃度很高，且依上下層次有不同濃度的傾向。換句話說，培養液之濃度依深淺而有變化，這並非肥料溶解不完全之故，肥料即使完全溶解也會發生這種現象。因此，欲採取樣產品之前，需將槽中充分攪拌，然後在表面之略下方處取樣。對已封罐裝成母液的取樣，也同時需注意與稀釋的培養液同樣處理。

三、培養液組成、濃度之目標值及適宜範圍

栽培在岩綿上之作物，依前述三個階段之方法即能檢查出其營養狀態。從施用培養液之分析，即可知道施用於作物是否以正確比率供給養液。依岩綿內培養液之分析，則根周圍之營養環境狀態即可知曉。經由植體分析，即可瞭解植物從岩綿內吸取那些要素。以上這三種檢查方法，

以岩綿內養分分析最重要，因爲其顯示在任何特定時間內，對植物眞正有用的是什麼養分。

岩綿栽培作物別的養液組成、濃度，其資料主要源自荷蘭使用所得之最佳結果。係綜合實驗與實際栽培所得之成果，首先是考慮作物本身最佳生長之培養液組成，其後再依栽培經驗，而大部分則依岩綿內養液分析爲基礎來修正。隨著作物之成長，培養液不斷地施與，在岩綿中某些要素會產生過量而濃度增加，依此考慮濃度及要素組成，並於下作時再予修正。（請參考養液栽培技術講習會專刊第三輯岩綿栽培篇）。

因之，定期在岩綿內採取養液做分析就成爲一重要的工作，以瞭解作物之營養狀態是否正常。各作物最適之培養液係指施用培養液，經進一步需瞭解施用後在岩綿中的變化情形，藉此判斷岩綿中各要素之目標値濃度，而再予設定其上下限之容許範圍，最後才能知道如何修正施用培養液。

已知某些要素比較易爲作物所吸收，因此這些要素在岩綿中之濃度有較低之傾向。相反地，作物吸收較困難的要素，則在岩綿中有累積的現象。所以設定岩綿內培養液之目標濃度和適宜範圍時就需考慮這些因素。以下所提之注意事項中，係指施用培養液的濃度百分比。從岩綿內培養液的目標濃度和適宜範圍，可計算出施用培養液之組成。下面以番茄用培養液爲例來加以說明。

1.磷、鉀、錳

這三種要素容易被植物吸收，在岩綿中之濃度常比施用培養液低。磷和鉀在岩綿內之目標濃度是施用培養液之75%，適宜範圍爲50－100%。錳在岩綿內之目標濃度爲施用培養液之75%，但適宜範圍則可40－150%之間。

2.硝酸

硝酸極易被吸收，岩綿內之目標濃度和一般施用培養液相同，其適宜範圍爲施用培養液濃度之75－125%。

3.鈣、硫、鐵、銅、鋅

這些要素在岩綿中常有累積之傾向，其目標濃度爲施用培養液之125%。其中鈣之適宜範圍爲施用培養液之100－150%。其他要素可設定較大之適宜範圍，硫和銅爲施用養液濃度之100－200%，鐵爲75－200%，鋅爲100－250%。

4.硼

植物吸收硼之速率並不很快，岩綿內之目標濃度爲施用培養液之150%，適宜範圍爲100－200%。

5.鎂

植物對鎂之吸收較慢，因而鎂會明顯累積在岩綿中。目標濃度可爲施用培養液之200%，適宜範圍爲100－300%。

6.鈉、氯

這兩種要素施用培養液中常比最適値高出許多。其濃度之容許範圍依作物之抵抗性與濃度障礙不同而異。有些作物在60 ppm 時即受抑制，抵抗性較強之作物在120－150 ppm 時，生長勢並不降低仍可成長。

7.氨態氮

岩綿內之濃度一般比施用濃度低，因爲氨離子比硝酸離子更易爲作物所吸收。因此，很少發現有 5 ppm 以上之濃度存在於岩綿中。

8.重碳酸、pH

這兩項因子有密切之相關性。岩綿內一般適宜範圍爲 pH5.5，容許範圍爲5.0－6.0之間，此數值代表著在岩綿內含重碳酸最高在60 ppm 以內。

9.電導度 (EC)

一般在岩綿內之培養液 EC 值比施用培養液高些，但以不超過125－150%爲宜，若是超過此濃度時，通常是鈉、氯或其他要素濃度比起其適宜範圍爲高的現象發生。

在英國所推荐之目標濃度和適宜範圍，是依荷蘭所推荐而再加以少許修正的。例如夏作番茄用標準培養液之目標濃度和適宜範圍列於表五。此等數字，係由作物之生育狀態之關係略爲行高或低的修正。

表五　英國夏作番茄岩綿栽培用標準培養液之目標濃度及適宜範圍

肥料要素	施用培養液之濃度 (ppm)	岩綿內之目標濃度 (ppm)	適宜之濃度範圍 (ppm)
NO_3-N	143	143	110-180
NH_4-N	7	5	
P	40	30	20-40
K	275	210	140-275
Ca	175	220	175-260
Mg	30	60	30-90
Fe	0.55	0.70	0.40-1.10
Cu	0.03	0.04	0.03-0.06
Zn	0.25	0.30	0.25-0.60
Mn	0.55	0.40	0.20-0.80
B	0.30	0.45	0.30-0.60

以植物的觀點而言，岩綿中各要素間濃度的比例比各要素的濃度來得重要。例如：栽培番茄時岩綿中的鉀：鎂以 3～4：1 之範圍爲宜。如果栽培初期，岩綿內養液 EC 值想要調高些，可將全部之肥料量之比例增加，而維持鉀：鎂的比值不變。這將比額外的硝酸鉀直接加入溶液中來得好。因爲若只加入硝酸鉀，雖也會使 EC 值增高，但會破壞鉀與鎂之間的平衡。而鉀：鎂比值太高，會抑制鎂的吸收。一般而言，可藉由按比例增加所有大量要素(除磷之外)的濃度來改變EC值。換句話說，是以改變母液之稀釋比率來達此目的，而不是單獨額外加入一種或多種的要素。這原則也適用於市售的肥料混合液。有些肥料商爲了提高岩綿中培養液的濃度，常推荐添加他們的硝酸鉀產品。但以作物生育的觀點而言，這是不適當的。然而，提高施用培養液的濃度時，磷的施用濃度並不提高。微量要素也與磷一樣，於使用高濃度的培養液時，微量要素仍不增也不減，維持不變。爲了中和用水中之重碳酸鹽及碳酸鹽，而將酸液加入當中之一或二母液槽時，當母液之濃度欲提高時不可再增加酸的使用量。但是稀釋比率變更時，則母液中所加之酸量也有變更之需要。

由以上所述，經檢查岩綿內培養液之分析結果，可得知那種要素超過了最適濃度的範圍。若發現了某種要素與最適範圍有出入時，該採何種措施呢？首先要檢查施用培養液的分析值，如果施用培養液之平衡狀況有問題，就必須予以矯正。如果施用培養液沒有錯誤，再檢查養液之供液率，從岩綿中所排出之培養液愈多的話，則岩綿內養液和施用培養液之組成和濃度應近似。如果岩綿中之培養液濃度不在適宜範圍內，可能是長期間之供液不足所引起，改善方法很簡單，只要調整供液量使排液量正常即可。

若以上兩種方法皆無法證實爲平衡失調的原因，則可能是作物對養液中的某一或某些要素吸收過多或過少所造成的，這時也須修正施用培養液之組成。然而，這是最不得已時才使用的方式。所持的理由有二：第一，若是因作物對某種特定要素吸收過多或過少，雖經修正，但一段時間後平衡仍會被破壞，就須再將培養液調回到原來的組成濃度。第二，爲修正岩綿內培養液的不平衡現象，而改變施用培養液的組成是一件很麻煩的事。因爲，是等養液用完才重新配製，或是馬上將培養液廢棄不用呢？另一方法是在殘餘的母液中再加入肥料以修正供液，但這也並不實用，因須計算各槽中殘餘的肥料量，再求出那一槽中需要加入那些肥料，這須具備化學計算之專門知識才能勝任。

修正母液時必須小心。通常很少增減任何大量要素超過25%，並希望能在幾天內明顯地改變岩綿內的養液狀況。修正後也得持續至少要一星期，同時修正後岩綿內培養液必須再重新分析。而微量要素發生不平衡時一般更改25%就足夠了，嚴重時不超過50%。微量要素之修正一次不可超過二星期，如果顧及適當的排液量，而予以增加供液量，則經過 1-2 週以上也不需要去修正所施用的培養液。

四、培養液灌液量之影響

關於一般供液控制之重要性，已討論過，此處提出有關培養液施用量的一、二點更進一步研討。岩綿必須保持適量的排液，且排液之濃度成分應儘可能保持與施用培養液近似，這在理論上可使根在岩綿中吸收之養液始終維持不變，但實際上並無法如此。若是要保持岩綿中之養液與施用培養液相同，必須要保持與作物吸收量相同的排液量，這費用相當大。因此，岩綿內培養液成分容許在某程度上的變化，爲了不超過這容許變化量，只好設定一定的排液量。這也就是岩綿中之培養液的要素組成的目標值與施用培養液值不同的原因，同時需有一容許範圍的理由。而此數字一般以平均排液量約爲10～15%爲條件。

若是排液量不適當時，將發生什麼現象呢？關於此點已有許多的實際經驗，很少生產者能夠在整個作物的生長過程中都維持一適當的供液量，有時因長時間供液量不足而造成岩綿內成分變化的例子甚多。首先最易發生的是因供液不足而使岩綿內 EC 值上昇。施用培養液與岩綿內培養液的 EC 值之差異，通常以不超過0.5～1.0 mS/cm 之間。岩綿中的排液量減少時，岩綿中培養液的 EC 值就會急速上昇，可達施用培養液的 2～3 倍以上。因之，岩綿中培養液的 EC 值必須經常檢查，才能得知稀釋裝置是否正常運作，也可得知供液量是否適當。排液量與其 EC 值合併檢查，生產者才能配合目標排液量而調節合於作物的供液量。

當岩綿內培養液 EC 值經分析高時，可發現某些特定要素的濃度比原來的供液濃度多出許多，這是作物對要素吸收比率的關係所影響，由於岩綿內培養液要素比率的變更對作物造成傷害，比岩綿內培養液濃度一時的上升所造成的問題還要大，而關鍵就是灌液量。下面討論養液在適當範圍內，但供液不足對植物所造成的影響，如果所施用培養液的要素濃度與目標值有所出入

時，則岩綿內各要素的累積量可能是不同的型態。

當 EC 值開始上昇，大量要素中的鈉最早有累積的傾向。若 EC 值達兩倍時，岩綿中的鈉將上昇 4～6 倍。因爲作物對鈉的吸收量相當少。另外鈣與鎂也比其他要素的吸收慢，在岩綿中也有急速累積的傾向。EC 值達兩倍時，岩綿中的鈣與鎂的濃度將上昇 3～4 倍。磷及鉀在正常栽培條件下，易爲作物所吸收，在岩綿中的累積就會緩和些，或完全不累積。只有當岩綿中的 EC 值達施用培養液的 3～4 倍時才會開始累積。實際上，磷的濃度可能下降，其理由將於後敘述之。硝酸在全部要素中是最容易被吸收的，除非在供液極端不足時才會累積。

微量要素也有同樣的現象，鐵在 EC 值上昇時也會急速累積，若伴隨著 pH 值的惡化，作物更不易吸收利用。若施用銅量過多時，其變化往往比 EC 值上升更快。其他如鋅、硼、鉬等也會隨著 EC 值上昇多少也有累積的傾向，而錳則較穩定或有濃度降低的傾向。

隨著岩綿 EC 值的上昇，重碳酸濃度和 pH 值也會上昇，就會影響元素的有效性和吸收，因此，施用培養液之 pH 值維持穩定就甚爲重要。當岩綿中重碳酸鹽增加時，會使培養液的 pH 值也上昇。當 pH 值提高至6.5以上時，磷及錳就會沈澱而不爲作物吸收利用。這也就是爲什麼供液不足時，岩綿中的磷、錳濃度不會上昇的原因。當 pH 值達7.5以上，這兩種要素的有效性就會顯著下降，植物就會呈現缺乏症。

因此可以瞭解到，維持排液量的重要性在於能維持岩綿內培養液之 EC 值在容許範圍內，供液不足造成要素間之比率不均衡，對作物的生育影響很大。例如：正常狀態的鉀、鈣、鈉比值爲 4：3：2，當供液量不足時，幾天後則成爲 2：3：3。在此情況下，鈉將取代鉀爲作物所吸收。

因之每日檢查可以防範重大問題之發生，生產者也必須瞭解降低岩綿中養液濃度的技術。簡單的方法是增加供液量，使排液量維持在供液量的15%左右，如其有適當的話，岩綿中培養液之組成將可在幾天內得到改善。當鹽類嚴重累積時，可再增加排液量，使之儘早恢復正常狀態。但是使用這方法應注意岩綿中的養液成分不致發生激烈變化，以免作物不適應。對植物而言，以短時間的數小時，不如以數日的較長時間來緩和岩綿的變化來得好。另一方法是，每日一次施予過量的培養液，連續 3～4 日，其他的時間仍維持10～15%之排液量。如每次之排液量爲兩倍，也會使岩綿的 EC 值近似於施用培養液。

爲了修正電導度(EC)而施用過量的養液，以使用正常的培養液爲原則。若是爲了早些解決問題而僅使用水，其情形將更趨惡化。這裡所稱的水係指全不含肥料成分者，岩綿中之鉀、硝酸、磷等將被全部沖洗而流失；而水中的鈉、鈣、鎂等累積在岩綿中。其結果岩綿中較易累積之要素會進一步累積，反而鉀、硝酸、磷等較不易累積者其濃度顯著下降。雖然岩綿內的 EC 值可達期望值，但是含有過量的鈉、鈣、鎂，而硝酸、鉀、磷等卻減少。將破壞要素間的平衡關係，而問題仍無法解決。在此情況下所使用的理想培養液應爲不含或少含鈉、鈣和鎂的濃度低，而其他要素有相當良好濃度者。實際上，鈉的濃度低的情況下，以標準培養液來施用是很理想的。爲了沖洗需要，必須要有好品質的水供應，如雨水等含鈉甚低，但得以特別之配管工事來達成。

五、單槽式母液配製法

從事岩綿栽培生產者可選用前述兩個或三個的母液槽系統來規劃，無論經營規模大小皆可選取適當的方式。然而也可以在一個濃縮母液槽中含有鈣、磷兩種成分，而作成不產生磷酸鈣沈澱的培養液。其方法是使磷接觸硝酸鈣之前就結合成酸性磷酸鎂(AMP)以複合型態存在。

使用 AMP 之母液，不必花費第二槽的費用，對小規模的農家或許較適合使用。但在使用上

仍有所限制；使用 AMP 之後，可以更改鈣、鉀、硝酸的比率，但不允許鎂、磷和微量要素之比率有任何的更改。因已含有較多量的酸，所以雨水和重碳酸鹽含量低的水則不適合使用。若用水中含有多量的硫，雖然尚沒有實際的報告，但仍可能有沈澱的問題。

下列 AMP 之標準液爲中和35-40 ppm 的重碳酸鹽。該方法的製作是由 Guerney 園藝顧問服務處所發展出來的，並且該配方用於整年的番茄和胡瓜栽培，成功的完成試驗而沒有生育上之問題。

AMP 的母液由廠商調製爲上策，因爲濃磷酸和濃硝酸爲劇烈化學物質，而且在配製的過程中會產生多量的熱和泡沫。在此所述的方法是完整的，但是生產者除非具有實驗室安全規則訓練，否則嚴予警告，不要自行操作，因具有危險性。

10公升酸性磷酸鎂(AMP)足以供100公升的母液，其配製方法如下：

(1)在20 ℓ 的容器中加入 5 ℓ 的水，其後加入鹼性的碳酸鎂640 g，不斷攪拌到溶解爲止。

(2)一面攪拌一面徐徐加入正磷酸(ortho phosphoric acid)950 ml。溶液將產生泡沫和熱。

(3)將溶液攪拌至透明，再加入濃硝酸110 ml。

(4)加40 g 的13% EDTA-Fe 和其他適量的微量要素。

(5)再加水使之成10 ℓ 。

如此做成的 AMP 母液10 ℓ 再用水稀釋成100 ℓ ，然後加入6.8 kg 的硝酸鉀和5.8 kg 的硝酸鈣。將此母液作 1：100的稀釋使用時，則其中含有：

NO_3-N	180 ppm
P	38 ppm
K	260 ppm
Ca	110 ppm
Mg	18 ppm

加上標準濃度之微量要素與用水中所含有者。進一步或許有酸度調節必要的話，以硝酸或磷酸加入於母液中。

培養液組成之變更，可經由更改硝酸鉀或硝酸鈣之量。當硝酸鉀增減 1 kg 時，培養液中鉀會增減40 ppm，硝酸態氮會增減15 ppm。另外，當硝酸鈣增減 1 kg 時，鈣會增減20 ppm，硝酸態氮會增減15 ppm。

附錄 1　濃度之換算由 ppm 換算爲 mmol/litre。將 ppm (part per million)除以要素之原子量即成爲 mmol/ℓ (millimole per litre)。

m mol/ℓ＝μ mol/ℓ ×1000

要　　素	1 mmol/ℓ	要　　素	1μ mol/ℓ
NO_3-N	14 ppm	Fe	0.056 ppm
NH_4-N	14	Cu	0.064
P	31	Zn	0.065
K	39	Mn	0.055
Ca	40	B	0.011
Mg	24	Mo	0.096
Na	23		
Cl	35.5		
SO_4-S	32		
HCO_3	61		

照片一　荷蘭之岩綿灌溉裝置

照片二　日本之玫瑰花岩綿栽培

照片三　新竹縣關西亞森農園番茄岩綿栽培

照片四　南投縣埔里青葉園藝之康乃馨岩綿栽培

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　15～27, 1992

水耕養液中的氮素問題

王銀波　吳正宗*

一、前　言

氮素是植物生長所需的大量元素之一，因作物種類與生長期不同，其乾物中含氮量，一般在2—4%之間。植物氮的含量在生長初期最高，其後隨植齡而降低，即氮的需求量在生殖生長前呈穩定增加，其後，迅速衰退。這種現象於結果植物尤其明顯。氮爲新陳代謝及種種生理作用的各種重要化合物之成分，如氨基酸、核酸、葉綠素、各種酵素、植物激素及維生素等。

作物氮素不足時，老蛋白質分解，所產生之氮再供應新葉利用，故植株缺氮時葉片由下而上漸次黃化枯萎，植株生長不良。在適當條件下充分供給氮素，則氮素吸收快，蛋白質等含氮化合物生成多，葉面積加大，葉綠素含量增加，以致光合作用增強，促進作物生育。然吸收氮素過多時，因氮素同化作用需消耗糖及能量，導致構成細胞壁之碳水化合物及澱粉之聚積降低，形成纖維素等原料減少，作物組織軟弱，易罹病蟲害，對機械性之傷害抵抗力弱。同時氮素過多時，莖葉繁茂，延遲開花或減少開花，果實亦延遲成熟。因此，養液栽培氮素的供給必需適時適量，才可使作物生長良好。作爲養液氮素供應源，主要有兩種型態，分別爲硝酸態氮及銨態氮，亦有同時含此兩種形態者，另外有有機態（含碳化學氮肥），較重要的氮肥及其分類如表一。

表一　重要的氮肥

肥料形態	名　稱	化學式	含氮百分率%
銨態氮	無水氨	NH_3	82
	氨水	NH_4OH	15-17
	氯化銨	NH_4Cl	24-25
	硫酸銨	$(NH_4)_2SO_4$	20-21
硝酸態氮	硝酸鈣	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	13-15
	硝酸鉀	KNO_3	13
	硝酸鈉	$NaNO_3$	15-16
銨硝態氮肥	硝酸銨	NH_4NO_3	34-35
	鈣化硝酸銨	$NH_4NO_3 + CaCO_3$	20-21
	硝硫酸銨	$NH_4NO_3 + (NH_4)_2SO_4$	25-27
醯銨態氮肥	尿素	$CO(NH_2)_2$	46
氰氨態氮肥	氰氨基化鈣	$CaCN_2$	18-23

* 國立中興大學土壤學研究所所長及助教

二、常用氮源肥料的特性

(一)銨態氮肥

銨鹽極易溶於水，故配製養液時簡便容易。銨鹽均為生理酸性肥料，施用後易使養液呈酸性，此係因銨被作物吸收遺留酸根之故。銨鹽為生理酸性肥料，理當調整水耕液於較高 pH ，但如此會有氨之揮失，故氮素形態為銨鹽時，應儘可能不使養液 pH 值超過 6.5。依據土壤經驗，在 pH 6.3 以下，無慮氨的揮失，pH 6.3-7頗有損失，pH 7以上則氮素損失量極大。

(二)硝酸態氮肥

硝酸態氮肥料亦極易溶水，不過，因其在固態，具有強烈吸濕性，所以導致肥的含氮量因含水量不一而有差異，配製水耕液時必須注意用量。該等肥料吸濕後，會結硬塊或潮解成溶態，在取用時頗不方便。所以須注意其包裝，應儘量避免曝露於空氣中。硝酸鹽中除硝酸鉀、硝酸銨外，均為生理鹼性肥料，當用量大時，極易使水耕液 pH 值變高。尤其是硝酸鈉，因植物大量吸收硝酸鈉之硝酸，而遺留鈉離子，會增加養液之不均衡，也誤導 EC 指標值之作用。

(三)有基態氮肥（含碳氮肥）

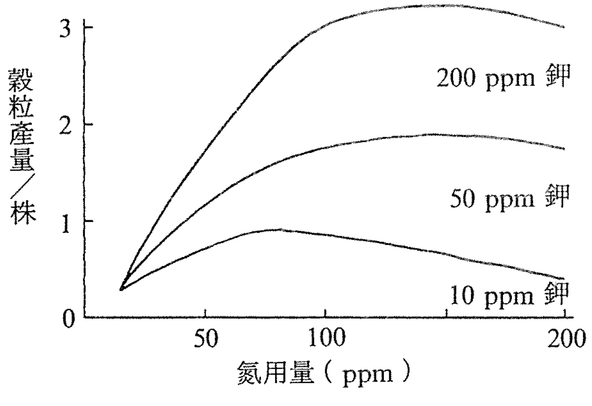
主要指氰氨基化鈣及尿素等兩種肥料，此兩種肥料甚少用於水耕液中，因該肥料在低濃度時即對作物有毒害，必須分解變為銨態氮素後，才可被作物吸收。但水耕液中無分解讓人肥料的細菌（或酵素），故此等肥料只適合土壤施用，甚少用於水耕液。

三、一般常見氮素所引起的營養問題

由於氮素通常伴隨磷、鉀、鈣等養分，供給水耕作物吸收利用。一般培養液中硝酸態氮素又遠多於銨態氮素，因此常造成下列幾點營養及生理問題。

1. 培養液 pH 值常因硝酸根的大量吸收而上升，銨態氮的吸收而下降；
2. 鉀、鈣的吸收易隨氮素供應形態與量而改變；
3. 葉菜類可食用部分常積存大量硝酸態氮素；
4. 氮素多量供應造成營養生長過盛，對果菜類易過繁茂而不開花及結果；
5. 氮素多量易造成莖脆弱，易折斷，百合、葱等便是。

氮素的效應，會因其他營養元素充足與否而不同。以大麥為例， MacLeod (1969)指出，在鉀供應量少時（10 ppm），氮70 ppm 左右已達最高穀粒產量，若把鉀提高至50 ppm，則最適氮濃度為130 ppm 左右，鉀含量提高至200 ppm，則氮的最適濃度為100 ppm左右，如圖一。



圖一 三種鉀用量下氮素對小麥產量的影響（Macleod, 1969）

四、銨態氮與硝酸態氮之優劣點

㈠利用銨態氮之得失

銨爲氮素代謝之出發物質，同時亦爲最終產物。生物界中氮素循環，無機態氮素銨，被植物同化生成氨基酸、蛋白質等，經動物取食利用後，代謝生成無機氮素銨，排泄至體外或生命終止後，由微生物分解成無機物，爲今日衆所周知之事，此與光合作用及呼吸作用驅動碳素循環，同爲地球上生命延續之兩大支柱。

銨爲氮素代謝之出發物質，在同化時與其他無機氮相較爲最適當之型態，因銨經植物吸收後，不需分解或還原即可直接合成氨基酸、蛋白質等含氮化合物，是最省能源、最經濟、高效率氮素來源，可節省能量供養分吸收或乾物質生產之用，但大量的銨在植體內或外累積，易造成氨中毒。

現已知過量之銨離子將阻礙光合磷酸化反應，經由 UDPG 而合成澱粉能力低下。培養液中銨離子濃度高，根對 TTC 還原力及吸水力會下降。此種阻害作用不一定因遊離銨之存在才會發生，其他有機態氮，如所生成之氨基酸及醯胺亦包括在內，其蓄積亦會發生抑制作用，惟毒性比銨爲弱而已。植物根之伸展，硝酸態氮會促進，而銨態會抑制，如表二。

表二　氮素化合物對水稻根生長長度 (mm) 之影響

氮素形態	全氮濃度 ppm		
	2	20	100
硝酸	119	138	112
銨	76	71	51
麩氨酸	66	27	21
天門冬酸	75	22	12
油氨酸	66	29	22
γ—氨基酪酸	76	54	40
纈草氨酸	92	33	24
甘氨酸	63	49	39
絲氨酸	74	47	29
麩氨酸醯胺	85	46	28
天門冬醯胺	109	46	34
魚精氨酸	80	67	24

Dejagere 和 Neirinckx(1978)等人的實驗指出，NH_4^+ 是與根上的 H^+ 進行交換吸收的，所以當 NH_4^+ 爲氮源時，營養液會酸化。Mengel(1982)等研究認爲，NH_4^+ 在細胞質膜上發生去質子化作用，成爲 NH_3 而在膜上進行轉換，也同 NH_4^+ 與 H^+ 交換吸收一樣，去質子化也會使養液酸化。並曾發現小麥根際以 NH_4^+ 爲營養時，pH 值比 NO_3^- 爲營養時低2.2單位。

㈡利用硝酸態氮素之得失

植物利用硝酸態氮前，必先還原爲銨後，才可加以利用。

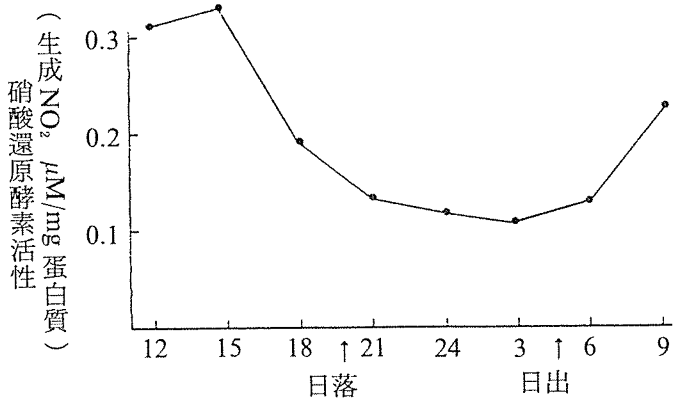
NO_3^- 在還原爲銨之第一步，即硝酸鹽還原酵素使之變爲 NO_2^- ，NO_2^- 經亞硝酸鹽還原酵素而生成 NH_2OH 。此係由一連串酵素作用而造成。這過程，對綠色植物在光照下言，每還原一個 NO_3^- 成 NH_3 ，需消耗16個光子。而在非綠色組織中，或綠色植物併行 NO_3^- 的暗還原作用時，所需的還原劑只得來自碳水化合物或有機酸的氧化作用，此時每同化一個 NO_3^- 爲 Glutamine acid 需消耗 10 個電子，也就相當於2.5個被固定的碳（何與孟　1987）。

植物體中誘導硝酸鹽還原酵素生成之因子包括硝酸態氮素、光線、溫度及鉬，以銨態氮爲氮素源之水耕液種植水稻，植物體幾無硝酸鹽還原酵素之存在。若以含硝酸態氮之水耕液栽培，植體內即具有硝酸還原酵素。

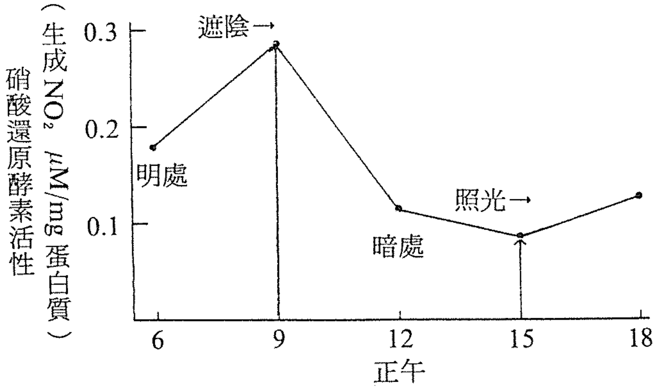
通常植物吸收 NO_3^- 而誘導硝酸鹽還原酵素活性，此一作用白天高而夜晚低。週而復始，這一種週期性之變化，可能因日照及溫度變化所致。Wallace 認爲在自然條件下，硝酸鹽還原酵之活性的週期性變動與氣溫之變動呈平行，而強調溫度之效應。高橋之研究確定活性變動週期之主要原因是光照而非溫度。

以含20 ppm NO_3^-－N 之春日井氏水耕液種植發芽3週的水稻幼苗，供測試硝酸鹽還原酵素活性，其結果如圖二。硝酸鹽還原酵素活性與日照呈正相關。

圖三顯示水稻於日出後，因日照增加而增加硝酸鹽還原酵素活性，上午9時移入暗處，6小時後自暗處移出再照光。初在暗處時活性急速減少，後則活性下降減緩，經照明則活性再增加。



圖二　水稻地上部硝酸鹽還原酵素活性之日變化（柴田等，1969）



圖三　遮陰與光照對水稻硝酸鹽還原酵素活性的影響（柴田等，1969）

植體內 NO_3-N 含量之變動與硝酸鹽還原酵素活性之變動呈相反關係，活性增加則 NO_3-N 減少。在自然環境下，夜間組織內 NO_3-N 高於白天，白天照光，硝酸鹽還原酵素活化，光合作用活潑， NO_3-N 的還原急速增加。

植體內存在的銨具有毒性，但若能迅速合成氨基酸及蛋白質則可獲調節。 NO_3-N 在植物體內蓄積並無毒害，還原爲銨與光合作用平行，因此植體內不會有銨過量蓄積情形發生。

然 NO_3^- 不利點是 NO_3^- 需經一連串的反應，還原爲銨，才可爲植物利用，因此供應植物所需求的銨不易充分，同時在還原過程中尙有中間產物 NO_2^- 集積，微量的 NO_2^- 即對植物生長造成妨害，更重要一點是還原過程中需消耗能量。

溶液的 pH 值顯著影響植物對 NO_3^- 的吸收，溶液的 pH 值升高， NO_3^- 的吸收減少，其原因並不只是 OH^- 的競爭作用，而且還影響 NO_3^- 的運輸系統（何與孟　1987）。 NO_3^- 在植體內同化後，導致細胞鹼化，但可被植物細胞合成的有機酸中和，有機酸的 H^+ 則排出細胞外與 OH^- 結合成水，如果外界 pH 值升高， OH^- 對這種中和過程產生很大的遷就，因而有機酸根增加， NO_3^- 的吸收就受到影響。

五、植物對兩種氮素之偏好性

早年一般均認爲植物對 NH_4^+ 及 NO_3^- 的吸，係以 NH_4^+ 爲優先。 NO_3^- 肥效較慢，但施用過多較無毒。 NH_4^+ 不需消耗能量，就可直接合成蛋白質，並可使碳水化物轉換加快，促進光合作用，但對植物之毒性相對加大，用量應特別注意。

作物生長受進化中生態環境的影響而有好銨性與好硝酸性。氮素源以 NH_4^+ 爲主時，生育良好者稱爲好銨性植物，這種作物在銨態氮濃度高時，生育才受障礙，在高濃度 NO_3^- 生育旺盛的植物，銨態氮耐性低，爲好硝酸性植物。蔬菜對氮之吸收特性如表三。

表三　蔬菜的氮吸收特性（池田，大澤1981）

培養液之 pH 值	好吸收 NH_4^+	好吸收 NO_3^-	兩者吸收約略相同
5	玉米、萵苣 草莓、香瓜 黃瓜、水芹菜 芹菜、鴨兒芹 茼蒿	豌豆、菠菜 西瓜、白菜 菜豆、高麗菜 番茄、青椒 小蕪菁	茄子、青豆
7	玉米、萵苣 草莓、香瓜 黃瓜、水芹菜 芹菜、鴨兒芹 青椒、茄子 青豆、茼蒿	菠菜、白菜 小蕪菁	菜豆、高麗菜 豌豆、番茄 西瓜

六、併用 NH_4^+ 及 NO_3^- 的優點

由於 NO_3^- 與 NH_4^+ 在植物的吸收過程中，各有其利弊，且植物因種類不同各有其嗜好。因此，按照作物吸收特性，併用兩種肥料以解決部分缺點，以得到最佳的產量與品質，併用兩種型態氮肥之優點如下：

㈠爲求 pH 穩定

使營養液 pH 值改變的主要因素包括：

a. 栽培介質的化學性；
b. 養液的組成成份；
c. 作物的吸收特性；
d. 水質的影響；
e. 二氧化碳的濃度；
f. 植物根部分泌的有機酸。

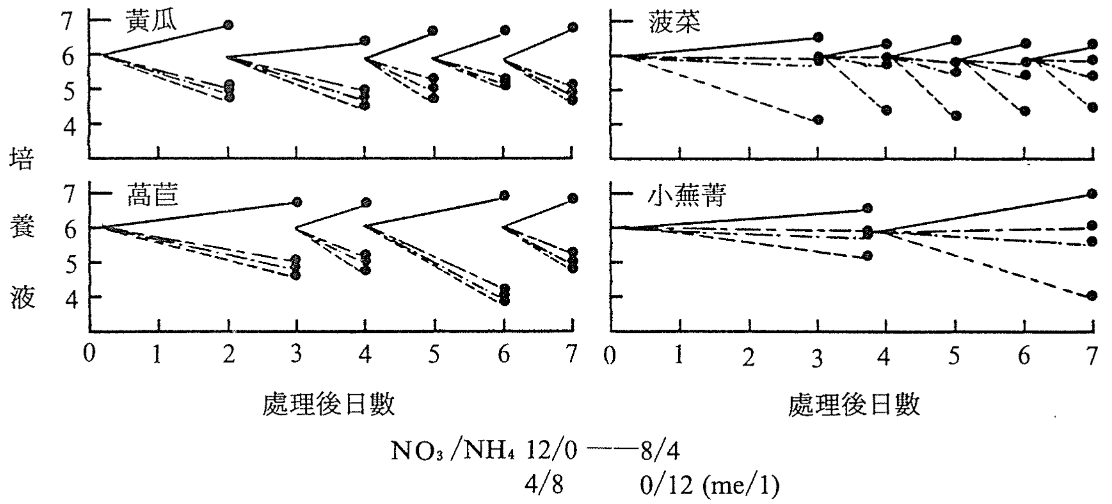
其中養液的組成成分（尤其是氮素成分）及栽培作物的吸收特性在我們決定養液配方時，可以合併優先考慮，以使養液成分配合作物吸收，而使 pH 變化不致太巨，而影響植物生長。其它因子之影響，相當固定，可改變栽培條件改善或根本不能改善。

作物的養分吸收中，化合物的陰離子和陽離子的吸收量如果不相同時，會使養液 pH 值改變。例如 NO_3^- 離子吸收過多時，鈣離子留存在培養液內，使形成 pH 值偏高的情形。而 NH_4^+ 及 NO_3^- 兩離子共存的場合，如果 NH_4^+ 被優先吸收的話，pH 值就降低，反之 NO_3^- 被優先吸收，則 pH 就上升。因此，配製養液時，考量 pH 的穩定，調整不同比例的 NH_4^+ 及 NO_3^- 有其必需性。

培養液中 NO_3^- 高於全氮的 90%時，栽培番茄之培養液的 pH 即有上升之傾向， NH_4^+ 超過全氮的 20% ，則有下降傾向。

吳（1989）研究小白菜培養液結果類似，只是小白菜可以忍受 NH_4^+ 的界限濃度較高，即使 NH_4^+-N 達40%，小白菜亦可生長正常，在此情形下 pH 變化亦不致太大。

由國內外諸多研究中。併用兩種氮源的主要目的除獲得 pH 的穩定外，以確保作物吸收養液成分的均衡爲主。玆舉池田（1983）對數種蔬菜研究結果，如圖四，併用少量 NH_4^+ ，確可使 pH値穩定。



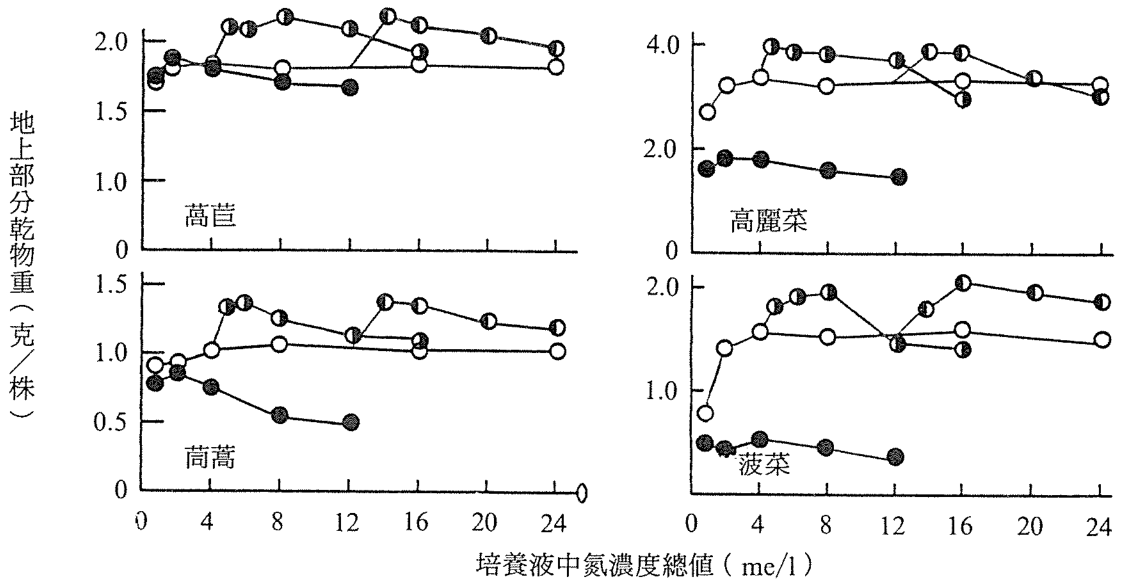
NO_3/NH_4 12/0 ——8/4
4/8　　0/12 (me/1)

圖四　培養液中 NO_3^-/NH_4^+ 與 pH 值的變化 （池田、大澤，1983）

㈡爲了提高產量

於秋冬季進行番茄種植，發現併用 NH_4^+ 及 NO_3^- ，較僅用 NO_3^- 時，不僅植物體的生長狀況良好，而且健全果實的收穫量較多（池田、1986）。然而若於春夏高溫期，兩種氮型態併用，則效果不明顯恐還有不利現象發生，因高溫時再施用 NH_4^+ ，易使本已因高溫而吸收不足鈣情形更加惡化，故 NH_4^+ 的添加量宜隨季節而調整。

池田（1983）試驗將養液中的氮濃度由 4me/l 提高至 12me/l，發現對大多數葉菜類作物而言，產量並沒有增加，因此，增加養液中的氮濃度，除了使植株看起來翠綠外，沒有任何好處。所以，農業經營必需注意氮素量供應。假使在 4me/l 及 12me/l 的 NO_3^-－N 用量下，增加 NH_4^+－N 的用量，發現少量使用 NH_4^+－N ，確可達到增產的目的，但過多 NH_4^+ 反而使產量再減低，結果如圖五。



圖五 培養液中 NO_3^- 與 NH_4^+ 的濃度及其比例對蔬菜生長的影響（池田、大澤，1983）

㈢日照強弱對氮素種類需求不同

位田及永井（1981）已證實在光源不足的源件下以 NH_4^+ 爲氮的供應源較爲有利，其試驗結果如表四。由表四可知在日照不足的情況下，通常會減產，但此時若提高 NH_4^+ 的供應量，則可以使產量提高，此乃因低光照之下，硝酸鹽還原酵素的活性降低，植物所吸收的 NO_3^- 無法還原爲 NH_4^+ 以供植物利用，而 NH_4^+ 卻可在植物吸收以後，直接合成蛋白質，因此，知道在冬天多放一點 NH_4^+ ，或溫室屋頂的塑膠布使用1～2年後，由於塵埃的覆蓋，透光率變差，此時適宜的 NH_4^+ 用量可使作物生長好一點，而較接近於強日照下的產量。

表四 氮的供應形態與光照對鴨兒芹生長的影響（位田、永井，1981）

培養液	照度 Lux					
NO_3:NH_4	12000		6000		3000	
me/l	重量 g	相對百分率 %	重量 g	相對百分率 %	重量 g	相對百分率 %
10:0	9.80	100	8.14	83	6.42	66
6:4	9.99	101	10.02	102	8.93	91
5:5	11.94	121	10.10	103	8.89	91
4:6	12.59	128	10.28	105	9.90	101
2:8	10.14	103	9.79	100	5.73	59

(四)抑制植體內硝酸之累積

人體大量吸取 NO_3^- 時，會有害人之健康，故應使植物體內，尤其是可食用部分，所含 NO_3^- 濃度，儘量降低為宜。若為果菜類，即使葉片中之濃度較高，一般果實中之濃度仍屬偏低，可安心食用。然而若為葉菜類時，通常葉片之 NO_3^- 濃度與培養液之組成成分有極大的關係。

好吸收 NO_3^- 植物，即使養液中添加達 50% NH_4^+－N，葉片中所含之 NO_3^- 濃度亦不致降低太多。對好吸收 NH_4^+ 的作物言，在養中添加一點點的 NH_4^+－N，便可使植體中 NO_3^- 的累積降低達明顯的效果。只是必須先考慮因添加 NH_4^+ 而使養液 pH 的下降，因此栽植作物之前需注意作物吸收氮的型態。一般提高 NH_4^+ 的用量可以降低 NO_3^- 在植體的累積，如表五。

表五 培養液中之 NO_3^- 與 NH_4^+ 的濃度及其比率對於蔬菜葉片中之 NO_3^-－N 含量的影響（乾物%）（池田、大澤，1983）

氮素比例 me/l NO_3:NH_4	萵苣	白菜	菠菜	小蕪菁
3.0:3.0	1.62	1077	0.96	1.08
2.5:0.5	1.42	1.88	0.77	1.07
2.0:1.0	1.01	1.95	0.68	0.69
1.5:1.5	0.72	1.37	0.37	0.79
1.0:2.0	0.59	1.02	0.21	0.56
0.5:2.5	0.26	0.51	0.10	0.20
0.0:3.0	tr	tr	tr	tr
12.0:0.0	1.66	2.10	1.39	2.27
10.0:2.0	0.93	2.64	1.08	2.16
8.0:4.0	0.99	2.70	1.22	1.98
6.0:6.0	0.90	2.25	1.24	1.95
4.0:8.0	0.72	2.12	0.99	1.84
2.0:10	0.64	1.62	0.58	0.92
0.0:12	tr	tr	tr	tr

七、併用 NH_4^+ 量的探討

在土壤中氮素的供應多採用價格便宜的硫銨及尿素，這些肥料中所含銨態氮，雖然能讓稻米（耐銨性）作物充分吸收利用，卻無法完全供給蔬菜類作物氮肥來源。因在於高濃度的 NH_3 會阻礙作物對氮及其它養分的吸收，尤其是 Ca、Mg 的吸收。

銨態氮必須經過土壤中微生物的硝化作用，使其成爲硝酸態氮才能正常供應好硝酸作物生長所需，而培養液中這類的微生物幾乎是不存在的，因此，必需考慮改用硝酸態氮肥。

以硝酸態氮爲主的氮肥中，如果加進了少量的銨態氮混合使用，在效果上很適合作物的生長，前已述及。一般銨態氮的加入比率大約是在5—50%之間，以10—30%最多，很少超過50%的。以小白菜試驗結果，銨態氮佔33.3%，效果佳，即產量及品質都能維持一應有之水平。

部分作物之常用水耕配方銨態氮佔全氮比例整理如表六。由表六，可知不同種類作物其適合的 NH_4^+／NO_3^- 比例並不一樣，也沒有絕對的標準，完全依賴農民在栽培的經驗中摸索改善，因爲，即使對同一作物而言，其 NH_4^+-N 之量亦有不同的報告，其差別也很大。所以必需自行研究改善以適合本土的配方。

表六　數種作物養液配方之全氮量，銨態氮百分比及參考文獻

作　物		養液之氮量		銨態氮之百分比	參考文獻
		me/l	ppm		
番　茄		17.33		7.7	日本園試處方
番　茄		7.66		8.6	日本山崎處方
番　茄		10.00		0.0	日本神園處方
番　茄	營養生長期		104	0.0	太田，1989
	生殖生長期		154	0.0	
洋香瓜		14.30		9.1	日本山崎處方
洋香瓜		12.00		16.7	沈，1989
洋香瓜	營養生長期		150	13.3	江，1992
	生殖生長期		50	40	
小白菜		5.00		33.3	吳，1989
百　合			67	7.5	武川，1990

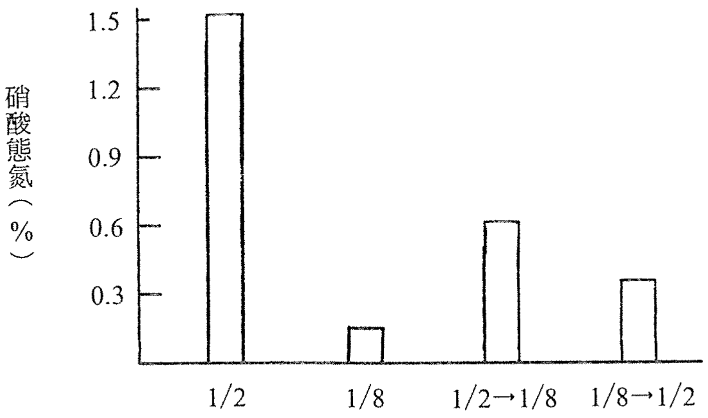
八、降低植體內 NO_3^- 含量的方法

1. 降低培養液的濃度

依據筆者經驗將養液濃度由 EC 1.4 mS/cm 降爲0.75 mS/cm，於夏季種植小白菜不但產量沒有減低，其硝酸態氮含量可以降爲原來的70%或更低。

2. 生長末期以較低的濃度處理

依據篠源　溫（1986）試驗結果，於降低養液濃度，處理生菜二日後，其 NO_3^- 含量降低非常明顯，甚結果如圖六。



圖六　培養液濃度的改換對生菜硝酸態氮含量的影響
（依據園試標準配方改換二日後之分析結果）
（篠原　溫,1986）

3. 改變農民採收習慣

於下午採收較上午為佳，此因下午通常有較強的光線，可將夜晚累積的 NO_3^- 予以同化，降低其累積。由遮陰會使得植體累積大量 NO_3^- 之經驗，更加強這種看法，遮陰試驗之結果表七（未發表）。

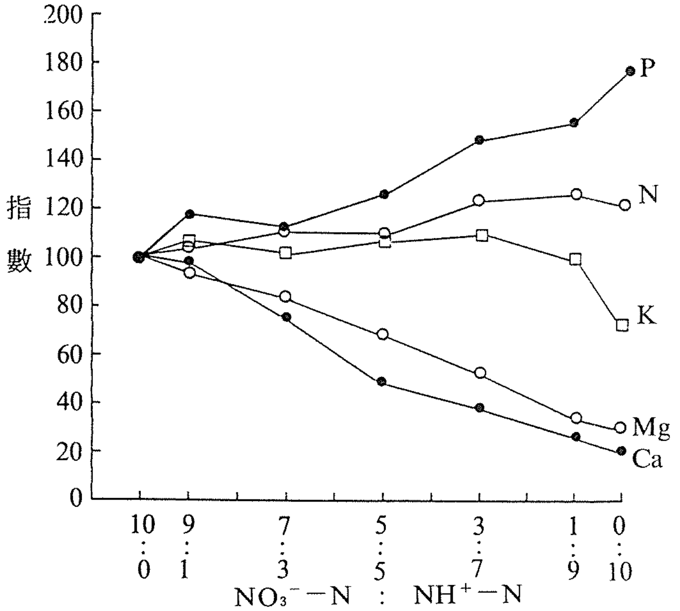
表七　遮陰及生育時期對小白菜葉片中 NO_3^- 含量的影響（乾物%）

種植期間（太陽日）	種植天數	遮陰處理 (%)		
		50	20	0
249	12	4.75	4.09	3.32
	18	6.15	4.34	2.48
274	26	4.79	4.52	2.40
287	7	4.07	—	1.01
	14	—	—	1.17
315	21	5.62	—	3.19
	28	6.21	—	
324	10	0.94	0.69	0.33
	21	1.31	1.35	1.18
348				
350	7	1.01	0.77	—
	15	2.55	2.67	2.67
011	20	2.29	2.43	2.43
	26	2.71	3.28	3.28
021	7	2.35	2.35	1.92
	13	2.59	2.21	2.19
044	19	2.69	1.7	1.62

九、併用 NH_4^+ 對其他養分吸收的影響

當養液中兩種形態的氮源同時存時，植物對氮的吸收大大的增加，其原因還不清楚，可能是 NO_3^- 還原同化需要能量，供給 NH_4^+ 可以節約一部分能量用於離子吸收和其他代謝和生長過程。

岩田（1953）試驗指出，葉片中無機養分變化與添加不同氮源比例之關係如圖七所示，N 及 P 在施銨高區較多，Ca、Mg 卻相反。K 在全 NH_4^+-N 區含有率為全 NO_3^--N 區的70%，在 NH_4^+-N 濃度高的場合，Ca 吸收下降，對蔬菜生育不利，此為作物不好 NH_4^+-N 的原因之一。此時 Ca 之使用濃度提高，則生產量與 NO_3^--N 區相近。



圖七 不同氮素形態比例對蔬菜地上部大量元素含有率之影響（岩田，1953）

十、銨過多所引起的問題

1. NH_4^+ 太多易使植物氨中毒，尤其在高 pH 值之，且 NH_4^+ 之濃度大時，更易發生，反應如下：

   $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3\uparrow + H_2O$

   NH_3 在溶液中特別會傷害根之生長，而使根的吸收減少，生長因而變差，因此，養液中若要維持高濃度的 NH_4^+ 時，切忌使養液的 pH 值高於6.5，否則極易造成氨中毒。

2. 氮過剩較氮不足有更大的傷害，尤其是結果性作物，氮過剩時作物不但對病蟲害侵蝕較敏感且造成結果性作物花數減少並降低果實品質。吸收氮素過多時，因氮素之同化作用需消耗糖，構成細胞壁之碳水化合物及澱粉之聚集降低，作物組織軟弱，易受病蟲害侵襲，對機械性之傷害抵抗力也弱。同時氮過多時，莖葉繁茂，延遲成熟。

3. 養液中 NH_4^+ 較多時，受氨的影響，養分吸收產生競爭，不但使鈣及鎂的吸收受到抑制，甚

至產生生長障礙。寺林 敏等（1988）研究指出，水耕番茄在第一段果開花期添加 NH_4NO_3，則臍腐果發生率明顯增加，如表八，經由花房及花萼分析，知發生臍腐果主因於鈣含量較少，故推測銨的增加阻礙了鈣的吸收，導致臍腐果的發生。

表八 銨對臍腐果發生的影響（寺林 敏等，1988）

	臍腐果發生率 %		
	第一果串	第二果串	第三果串
標準配方	17	64	23
於第一果串開花時			
添加 NH_4NO_3	85	83	100
於第二果串開花時			
添加 NH_4NO_3	37	55	86
添加$(NH_4)_2SO_4$	17	64	23

十一、隨生長期調整氮肥用量

前已述及，作物對氮素需求前期高而後期低，證諸洋香瓜栽培其效應更明顯。

江（1992）養液栽培洋香瓜試驗指出，營養生長期氮以150ppm，生殖生長期則調整150、100及50等三個氮肥等級，經78年秋作，79年春作、秋作及80年春作等四作，其效果一致，都以50ppm處理者品質最佳，玆舉78年秋作之結果如表九。

表九 生殖生長期以不同氮肥處理對水耕洋香瓜果實品質的影響

氮肥處理 ppm	糖度 Brix	果糖 mg/ml	檸檬酸 mg/ml	單果重 g	直徑 cm	果肉厚度 cm
150	10.4	34.6	43.0	1505	13.1	2.8
100	11.1	40.7	48.4	1553	13.3	2.9
50	13.9	55.1	66.4	1730	13.5	3.4

十二、參考文獻

1. 江國忠 1992 非循環式水耕栽培洋香瓜結果期不同氮及磷肥施用量對果實品質之影響 80年度土壤肥料試驗研究報告 pp.123-134。
2. 吳正宗 1989 夏季小白菜水耕液配方及管理技術之研擬 國立中興大學碩士論文。
3. 沈再發 1989 溫室洋香瓜之養分吸收試驗 第二屆設施園藝研討會專輯 鳳山熱帶園試分所 pp.109-129。

4. 何念祖、孟賜福　1987　植物營養原理　上海科學技術出版社　pp.60-124。
5. 蔡俊雄　1990　亞蔬非循環式水耕栽培系統之評估　設施園藝之研究與技術開發成果報告　鳳山熱帶園藝試驗分所　pp.36-43。
6. 今井秀夫　1987　亞蔬非循環式水耕栽培　設施園藝研討會專輯　鳳山熱帶園試分所　p.109-124。
7. 太田保夫、吳登林　1989　熱帶地區番茄水耕系統之改進　第二屆設施園藝研討會專輯　鳳山熱帶園試分所　pp.148-161。
8. 池田英男　1986　作物の營養特性からみた培養液管理　農業および園藝　61（1）:205-211。
9. 武川滿夫　1990　水耕栽培的教科書　富民協會　日本。
10. 篠原　溫　1986　養液栽培野菜の品質と栽培技術による改善　農業および園藝　61（1）:219-222。
11. Barber, S. A. 1984. Soil Nutrient Bioavailability. John Willy & Sons Inc. New York.
12. Finck, A. 1982. Mineral single-untrient fertilizer. Fertilizers and Fertilization. Verlag Cheme. Germany. pp.35-61.
13. Imai, H., C. H. Ma and D. L. Wu. 1988. Integrated cultrue practices to reduce chinese Cabbage tipburn and internal rot in the tropics. Japan. J. Trop. Agr. 32（1）:22-34.
14. Imai, H., C. H. Ma and D. L. Wu. 1988. Effect of time, form and concentration of nitrogen application on Chinese cabbage tipburn. JAPAN. J. Trop. Agr. 32（2）：85-94.
15. Imai, H. 1987. NH_4^+－N toxicity and calcium deficiency in tipburn and internal rot in Chinese cabbage. AVRDC. FFTC Technical Bulletin No.105.
16. Jones, J. B. 1983. A guide for the Hydroponic & Soiless Cultrue Grower. Timber Press. U. S. A.
17. Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrifion. Chapter 7. International Institute Potash.

養液栽培技術講習會專刊 第四輯 28～31，1992

花卉滴灌養液栽培

林 瑞 松*

一、前　言

近年來本省花卉產業發展極爲迅速，由於消費需求，各類花卉栽培均已趨向多樣化，尤以單位面積產值較高之新興切花如百合、康乃馨、火鶴花、非洲菊…等。農家經營的形態則多屬小農經營方式，企業化投資極少，長久以來儘管栽培面積已近6000公頃左右，在品質方面，有待提升之空間仍大，一般而言省產花卉均主要供應國內消費，外銷比例甚低，考慮台灣的條件、自然環境、地理環境、人才、技術、資金相關企業環境等條件，台灣的花卉生產運銷應不止今日之情況，目前花農的基本耕作生產技術已達可實際接受新技術應用的程度，不必要妄自菲薄，目前當務之急在於省工與提高產品品質，以期能脫胎換骨。除了簡易設施遮蔭、防雨之外，在省工與提高品質之前瞻目標，灌水與施肥的技術是努力的目標之一，荷蘭可說是花卉的王國，其栽培技術相當科學化，雖然其栽培品種不如台灣五花八門，但栽培技術之精進，值得我們學習。目前荷蘭擁有500公頃切花養液栽培面積，其中蘭花（蝴蝶蘭、虎頭蘭等）100%利用此項技術生產，採用岩綿或泥炭苔等無土介質來進行點滴灌溉。主要原因是它本身出產之無土介質品質優良，且價格低廉，週邊設備齊全，最近投入這項設施的荷蘭花卉生產者持續增加中，在國內目前也有少數花農嚐試種植，在埔里、后里、彰化一帶從事前瞻性生產，但是生產材料本身是進口貨，專業知識、經驗略嫌不足，投下巨額資本，在回收及品質方面仍有很大的改進空間，如何就本土化及專業知識經驗之汲取，降低生產成本，才能妥善發展此項技術，蒙其利而不受其害。

二、養液栽培之發展背景

就荷蘭而言，花卉之養液栽培，其中使用岩綿栽培始於十數年前，以玫瑰而言，在1986～1987年間以岩綿生產玫瑰未超過30公頃，發展迄今約佔其生產面積7%，阿斯密爾花卉研究中心貝格爾博士曾指出荷蘭生產玫瑰可能百分之百採用岩綿栽培，但是岩綿所使用後公害處理問題當是此項技術發展之瓶頸，吾寧採取保留態度，但是此項技術所生產之高品質花卉是無庸置疑的。筆者去年訪問該中心時，發現他們仍在發展另一作物－菊花養液栽培，爲何會樂此不疲投下巨額資本，歸納原因如下：

㈠防患土壤線蟲、地下害蟲：

荷蘭去年有勇氣面對事實，坦承黃金線蟲之疫區，乃爲其花卉產業信譽與未來發展，當然亦有其有恃無恐的技術加以改進。養液栽培包括岩綿栽培，無土滴灌栽培亦是防患土壤線蟲的最佳手段，尤其有線蟲顧慮的切花作物、球根、盆栽，使用無土栽培配合養液栽培逐漸可以控制土壤線蟲的猖獗。

㈡土壤消毒、燻蒸劑的部份藥品禁用：

---

* 台灣省農業試驗所副研究員

荷蘭宣佈溴化甲烷禁用，為了生態與人體安全，日後可能陸續禁用其他藥品，未雨綢繆採用無土介質配合養液栽培，免除土壤消毒劑之使用。

㈢作物根系及營養易於科學化管理：

此項技術在根系生長與植株營養之控制有立竿見影之效，在品質的提昇、產期的控制易於得心應手。目前在荷蘭使用養液栽培之花卉包括切花用虎頭蘭幾乎達100%，非洲菊約有 20～30%，康乃馨、玫瑰則比例較低。在使用岩綿栽培時，岩綿經一次消毒再使用年限四年，公害問題困擾，當促使更換其他介質之使用。

三、花卉養液栽培系統考慮要素

花卉的養液栽培不同於傳統的栽培方法，在經營理念上要注意考慮的有五項分述如下：

㈠栽培介質：

一般傳統農業而言，介質也就是土壤，供給植物營養水份及支持植物，養液栽培的介質不宜使用一般土壤。所使用的介質必須符合下列條件：

1.保水力與通氣性：保水力太強或排水不良都會引起根部腐爛，養液栽培採用之無土介質，在澆水後含水量依體積比為 35～50% 之間，空氣含量占 10～20% 為宜，傳統的土壤之粘壤、砂壤和細砂雖保水力佳，但通氣性略嫌不足，眞珠石、水苔、泥炭土、蛭石則保水通氣均佳。

2.陽離子交換能力：採用之介質所含有機物、蛭石、粘粒具負電荷，可吸附陽離子如銨態氮、鉀、鈣、鎂、鐵等陽離子。陽離子交換能力是指每 100g 乾介質中所含之毫當量的陰離子電荷。以在 6-15meq/100g 為宜。泥炭苔、蛭石、粘土較高，眞珠石、稻殼、砂則較低，有機物質方面，新鮮樹皮只有 8meq/100g 經醱酵後可增至 60meq/100g 以上，在調配介質後依植物生長習性、耐肥性而考慮介質陽離子交換能力，可因介質內容成分加以修正以符合植物生長所需。

3.介質比重：介質之比重影響植物之立地防倒伏性及搬運。東亞蘭栽培介質放入碎石、發泡煉石，除可增加通氣性外，可增加介質比重防止倒伏。反之，吊盆則考慮質輕之介質，使用泥炭苔、眞珠石、蛭石以達栽培目的。

4.物化性質良好，不含有毒物質。

5.容易取得，物美價廉，降低生產成本。

荷蘭盛行的岩綿栽培就是藉岩綿的保水力及無陽離子交換能力，在水份及養份的管理控制較容易，一般以切花生產為主，如非洲菊、玫瑰、康乃馨等等。至於盆栽、吊盆類、觀葉植物、盆花所使用的介質如下表：

表一　盆栽介質標準物化性質

保水力	佔體積　20～60%
總空隙度	排水後之空隙佔體積之5～30%
陽離子交換能力	2～40meg/100g
pH值	5.5～6.5
比重	0.30～0.75g/cm^3, 0.06～1.2g/cm^3

㈡ **培植床：**

一般水耕花卉之栽培植床，床高 10 公分，長寬依花卉不同而異。康乃馨之岩綿栽培於3.2 公尺寬的溫室內採 2 列 2 條式，玫瑰則採 2 列 4 條式。至於其他花卉則依花卉特性而異。

㈢**養液系統：**

培養液分 A、B 二種分別裝於耐酸鹼特製桶內，使用時必須稀釋 100 倍，並有各一桶酸性及鹼性溶液，專供降低酸鹼度用。荷蘭使用電腦依目標值調整培養液之 pH 值和 EC 值，培養液的供給方式多利用點滴方式，在荷蘭現行養液供給方式仍多以分次流水式供給，玫瑰栽培以所須養液量再加 20% 供應。岩綿栽培採開放式，不回收養液減少設施費及病害傳染問題，養水分以點滴方式，供應用量依作物需用量及蒸發量而定，以減少養液之浪費。如果使用循環式給液方式最大的關鍵是養液之消毒，以 100°C、30 分鐘的加溫消毒方法或利用臭氧殺菌法，甚至使用超微過濾法，即肥料養液離子能通過而細菌無法通過之過濾器。

㈣**養液 EC 及 pH 值的調整：**

栽培者在經營養液栽培、滴灌栽培，特別應注意培養液的 EC 及 pH 值，以使培養液內之三要素及微量元素能穩定的被吸收，最好定期每星期做 2-3 次培養液的酸鹼值和 EC 值的測定工作，取樣方式為在兩植株間和植株下方根系處各取一樣本，大約 20～40 處採樣後全部混合成一樣品送去分析。培養液的 EC 及 pH 值隨栽培作物各生育階段而不同，養液配方也應隨各生育階段而調整，以蝴蝶蘭為例。

生育階段	EC	pH
幼苗期	0.5	5.5
成長株	1.0	5.5
花芽分化期	1.5	5.5
開花期	1.0	5.5

一般而言，幼苗期，尤其是瓶苗剛移出階段較無法忍受較高的 EC 值，在採用新配方或自行設計配方，液體施肥時不可不慎。

㈤**管理與控制：**

點滴灌溉在花卉王國荷蘭已非常普及，滴灌系統之設計不外乎考慮水源→水質淨化處理→A.養液系統→B. 過濾裝置→C. 輸送動力系統→輸送管路→花盆或植株滴管。每一鋼管距離須考慮花卉作物的種類、大小及單株盆栽均勻性。一般而言，每一開口以 0.4～0.5 bar 約 (0.41～0.5 公斤/cm^2) 的壓力使養液或水流出，栽培介質含水量至少應保持高於萎凋點 10～20% 以上，也就是介質至少應經常保持含水量 30～40%。在每一滴管開孔處設有加工的迴路以使均一供水。對於各種花卉滴灌栽培，養液管理需經試驗調查才能有正確資料。主要管路至配水管之前應裝置過濾器，過濾網規格為 150-200mesh，至少每個月取出清洗雜質一次，以免阻塞滴水管。滴水配水管不宜過長，以 50 公尺為最適宜長度，過長則水壓差太大，滴水分佈就難以控制均勻。

參考文獻

1. 李哖 1989 固體介質之養液栽培 養液栽培技術講習會專刊第二輯 p.78-87 台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所編。

2. Alex Laurie, B.S., D.C. Kiplinger and K.S. Nelson. 1979. Commercial flower forcing. 438pp.

McGraw-Hill Book Company, New York, USA.

3. Benton Jones, J.Jr. 1983. A guide for the hydroponic and soilless culture grower. 124pp. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
4. Boodley, J.W. 1981. The commercial greenhouse. 568pp. Delmar Publishers Inc. New York, USA.
5. Nelson, P.V. 1985. Greenhouse Operation and Management. 598pp. Reston Publishing Company Inc.
6. Resh, H.M. 1981. Hydroponic food production. Woodbridge Press Publishing Company, Santa Barbara, California.

圖一　荷蘭之非洲菊切花生產約有20～30%使用養液栽培。

圖二　非洲菊使用養液滴灌栽培之岩綿與滴管情形。

圖三　康乃馨之養液栽培。

圖四　玫瑰之岩綿養液栽培。

圖五　玫瑰之岩綿養液栽培，外圍配備熱水管保溫。

圖六　荷蘭阿斯密爾(Aalsmeer)花卉試驗中心正研究菊花切花生產之養液栽培之可行性。

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　32～43, 1992

植物工廠發展現況

高　德　錚*

一、前　　言

爲促進農業生產科技化，農產品質精緻化及加速農業昇級，進而達到提高農民所得之目標，省農林廳于民國74年元月開始執行省府邱主席所提倡的精緻農業政策。筆者有幸適時投入開發蔬菜設施栽培生產技術之開發行列中，從事蔬菜無土栽培法之研究。至75年底完成本土化之動態浮根式水耕蔬菜工廠之開發，是項技術並於民國79年4月獲經濟部中央標準局新型第54275號專利權。數年來應青年農民之需求下，大約有20公頃之水耕農場散佈在全省各地，週年性生產各種高品質的水耕蔬果。

本省由於位於亞熱帶，每年從5月至10月間，氣侯高溫多濕，蔬菜生產過程中易罹患病蟲害，栽培管理較費人工，生產成本較高，加上地域性作物輪作制度，土地利用與農場經營習慣等因素所致，歷年來，農民種植夏季蔬菜之意願較低。以近年來全省蔬菜栽種面積大致在20～22萬公頃間，而夏季蔬菜之種植面積僅之26～34%間，且夏季蔬菜之產量亦僅佔全年總產量之30%上下。造成本省蔬菜季節性供需不平穩導致「菜金菜土」之癥結有三大主因：

㈠、盛夏時，颱風、豪雨及水災所導致之天候障礙。常導致菜農血本無歸，但若遇太平年，風調雨順時，菜農又無利可圖。

㈡、二期稻作後，秋高氣爽，苗栗以南之稻田，尙可裏作蔬菜，由於自然氣候上較宜蔬菜生長，且病蟲罹患率較低，生產成本較低。因之，冬季時，本省蔬菜面積及生產量比夏季高出一倍而價格大幅滑落。

㈢、國人嗜食青色蔬菜，尤其是青色的葉菜類，盛夏時，此類蔬菜較不耐高溫且生長緩慢又易因小菜蛾等害蟲侵襲，化學性農藥使用頻度過高，而導致消費者對菜葉上農藥殘毒的恐懼。因之，坊間對低農藥殘毒之「精緻蔬菜」趨之若鶩。

由上述之分析可知，由於社會繁榮，經濟快速成長，國民所得大增，消費者要求高品質之農產品，然而農民方面，卻因吾國之小農制，長年來農耕之生產成本過高，農家所得偏低，再加上農村工作屬重勞力，青年農民留農意願極低。因之，若不能即時提出嶄新的農業科技，使小農制之專業農家所得乃不輸於非從農者，否則待農村嚴重老齡化後，吾國農業生產結構將發生斷層。

民73～79年間、筆者有幸赴英國、荷蘭、德國、日本、美國等設施園藝高開發制度之國家參加研討會及接受相關訓練，實地了解高科技設施園藝栽培技術之奧妙及農家經營策略。經幾年來之反覆驗證，深深的感受到唯有從農業生產自動化去著手，使農業經營者亦能過著朝八暮五的上班生活，且每月（或每星期）有固定之現金收入，否則農村生活將因缺乏誘因而導致斷層。以筆者民國78年6月至9月間在荷蘭設施農家之實地研習經驗而言，設施農場大多爲父子或兄弟合夥，經營面積從0.3～3公頃間，設施構築成本每1公頃在3～5千萬台幣間，所需資金悉數由銀行貸

* 台中區農業改良場研究員兼推廣中心主任

款，分12～15年攤還，但貸款期間若經營不善，銀行有權拍賣其農場來償還債務。以設施蕃茄農家爲例，若以設施土耕爲準，每年每平方公尺可生產23～30公斤，而採設施無土栽培者，每平方公尺可生產35～50公斤，因之，銀行在評估番茄農場之債信，乃以其每平方公尺之年產量在35公斤以上爲準。就農家而言，年收穫量均在45至55公斤間，而7～10年間農家即可償還全部債務，甚至第12年後即可再採用較新的設施農業科技，包括新品種、新型溫室、全自動電腦監控灌溉移植採收…等。換言之，對經營設施農業之農家而言是一種充滿刺激性、戰鬥性及賺錢的行業，無怪乎！在荷蘭設施農家之經營者年齡大致在25～45歲間，且其後代亦躍躍欲試，在高農畢業後，即投入生產線來磨練經營技術。本文，因之，擬先從國外工廠化，企業的農業科技談起，再論及未來本省農業自動化之策略。

植物工廠

一、何謂植物工廠

植物工廠是利用高科技的栽培方式，配合電腦調控設備，將植物種植在一個密閉的空間——猶如工廠廠房。廠內的二氧化碳、氧氣、濕度、肥料、光照等物化條件，均加以監控，使植物的生長速率、品質及產量，可不受大氣環境季節性之影響，如同工廠的生產線，具有精緻化、均質化及豐產性等特點。

蔬菜露天栽培會受到季節性的影響，使生育期無法預期，在栽培過程中，受到日射量、日長短、雨量多寡、病蟲害及連作障害等因素的困擾，使作物的產量及品質無法預估。近年來，各種簡易的設施栽培技術應運而生，例如最簡易的被覆栽培、矮隧道式栽培、水平棚架栽培、高隧道式栽培大量利用塑膠布、塑膠紗網及鍍鋅鐵管之栽培技術，均是爲達到防雨、防蟲、保濕的目的，來提高蔬菜的品質及產量。

設施內夏季高溫多濕，導致蔬菜熱徒長，設施內病蟲害一旦發生，較露地栽培更難防治。設施內栽植作物單一化，複作指數偏高，導致土壤發生連作障害的弊端，此等問題均造成簡易設施栽培在實用上的困擾。

植物工廠係結合無土栽培技術，並利用電腦達成栽培環境管理自動化、省力化和操作空間清潔化、輕勞動力等目標。不論是農地或非農地，均能在最小的土地面積上，以最集約的栽培技術，生產高品質及豐產性的蔬菜。露天栽培（傳統的栽培技術）、設施栽培及植物工廠，三種生產系統的比較如附表1。

植物工廠中的蔬菜栽培方式，大致採用水耕栽培法。水耕栽培是使作物的根系直接吸收液體肥，與露天栽培者相較，其養分利用率較高。因植物能獲得各種生長必須元素，所以生育速率較快。且無連作障害，收穫物的清潔度亦高。又因生育期間工廠內的濕度、溫度、光照、二氧化碳等栽培環境，均受電腦調控，使植物生長速率快，在短期間即可收穫，收穫量豐多。同時大氣環境因子被摒棄在外，病蟲害無法入侵，農藥的使用頻度幾乎爲零。植物工廠的主要特徵爲：(1)蔬菜的生產具計畫性、周年性、產量安定性；(2)生育期間短、收量多、單位面積之整年收量爲露天栽培的10餘倍；(3)無需使用農藥，蔬菜具生食性；(4)無需特定農地，都市內畸零地、大廈屋頂、地下室等，均能構築；(5)栽培立體化，一如養鷄場，亦可公寓化；(6)輕勞動力，老少皆宜；(7)與生物技術相結合，可生產稀有植物；(8)大量使用電力，建築費用設施成本高。

表一 蔬菜生產系統之比較

栽培別 特性	露天栽培	設施栽培	植物工廠
周年生產性	受自然環境的控制，不可能受季節影響	有困難 冬菜夏種尙待克服	可能
對象作物	一般季節性作物	也受季節影響，夏季時無法生產需低溫性蔬菜	可能生產非季節性高經濟價值蔬菜
單位面積收量	低	露地栽培的1.5～2倍	露地栽培的10～20倍
生產性（粗收入）	少	露地栽培的5～10倍	露地栽培的30～60倍
農 藥	絕對必要	少許	不要
作 業	重勞動力，且受天候影響	設施內高溫多濕、病蟲害、土壤連作障害等問題解決	輕勞動力，且無季節性
自 動 化 （環境管理）	困難	部份環境因子改善可自動化	多數環境因子控制已自動化
機 械 化 （作物管理）	少數作業過程可機械化	多數作業可機械化	完全自動化生產

世界上第一個植物工廠是1957年創立於丹麥，農場名稱爲「約克里斯頓」，面積有1,000平方公尺，採用人工光/太陽光併用型，周年生產萵苣菜，工廠內各種環境因子均依萵苣之最適生育條件而設定，從播至收穫均在自動化生產線上進行，年間可穩定地生產400萬包菜，營業額達83萬美金。

1963年，奧地利的盧斯拿公司創立一個高30公尺的玻璃溫室，採高塔型上下鏈條旋轉式的立體化栽培法，採用人工照明方式來栽種生菜及萵苣。1980年代瑞典亞伯森公司設立一面積達6,100平方公尺栽培室4,800平方公尺，育苗室800平方公尺，作業室500平方公尺的人工光/太陽光併用型植物工廠，工廠內主要以泥炭土苔爲介質來栽培萵苣，工廠中的設計是以9×60公尺的鐵架爲栽培床架，其上栽培床依萵苣的生育別，利用機器人調整其栽培密度，白天採用太陽光、遮光、冷氣、換氣等電腦自動調控其最適生長環境，夜間則採用高壓鈉燈及螢光燈併用來加強光照，光強度爲4,000～6,000Lux。

美國從1980年代有幾個實用化的植物工廠產生。1980年代成立的波里達卡農場有3000平方公尺及亞基塔尼約盧・米蘇蘭多農場有18,000平方公尺的水耕栽培植物工廠，均生產生菜及葉萵苣。

日本植物工廠的起步較晚，研究風氣始於日立製作所及電力中央研究所。1985年代日本之筑波萬國博覽會中，日立公司即率先展出一套三層樓高的塔型人工光源照明方式的蔬菜植物工廠，同年在千葉縣船橋市66平方公尺面積的植物工廠上市亦爲日立公司的傑作。在芽菜工廠化生產技術方面，1984年靜岡縣的「海洋牧場」成功地生產蘿蔔嬰的範例，亦代表日本在開發植物工廠的另一特色。

1990年在日本大阪召開之花綠萬國博覽會中，更展出一套康乃馨無菌種苗繁殖到成苗移植的工廠化生產模式，在此模式中兩組機器人之精確操作流程，已將植物工廠之實用化，邁出了一大步。

二、植物工廠之分類

植物工廠的生產設施費用極高。因此必須種植附加價值較高的植物，才能達到經濟性目的。目前世界各國的植物工廠，其產物分成芽菜、葉菜、果葉及菇類等四類。栽培作物種類如表2。

表二　植物工廠的對象作物

類　別	種　　類
芽　菜	蘿蔔嬰、苜蓿、豌豆苗、生菜苗
葉　菜	生菜、菠菜、葉萵苣、半結球萵苣、千寶菜
果　菜	草莓、甜椒、番茄
菇　類	草菇、金針菇、香蕈、鮑魚菇

植物工廠中，依作物生育所需光源的供給方式，可分爲人工光型、太陽光型及人工光/太陽光併用型三類。

1. 人工光型植物工廠

工廠的構築材料使用光不能透過的斷熱性高的資材，植物生長所需的光源直接來自螢光燈或高壓鈉燈等人工光源。植物工廠內的環境不受大氣氣溫或日光的影響，使室內的溫度、濕度及光度等栽培必須因素較易調控，植物生育亦較爲安定。唯人工光源的光量度及波長與太陽光間仍有區別，及對需強光性及生育期間較長的作物，在實際利用上仍有困難。

2. 太陽光型植物工廠

即植物工廠內的光源來自太陽光，如一般設施栽培使用的玻璃溫室或塑膠布溫室外加裝各種自動化環境不受大氣氣溫或日光的影響，使室內的溫度、濕度及光度等栽培必須因素較易調控，植物生育亦較爲安定。唯人工光源的光量度及波長與太陽光間仍有區別，及對需強光性及生育期間較長的作物，在實際利用仍有困難。

3. 人工光源及太陽光併用型植物工廠

本型植物工廠在白天直接利用太陽光，一方面給植物生長，一方面將太陽能儲積起來，以作爲一旦室溫過高時，各種環境調節系統啓動時所需的能源。通常此型植物工廠的環境調控系統均包括有多層遮光網、保利龍粒遮光設備、空調設備及人工補光用光源。與純粹人工光源植物工廠相比，此併用型，較爲省電，且允許植物接受較高的日射量，又能栽種生育期較長的作物。若與太陽光型植物工廠相比，此型較不受天候影響，具周年生產性。

三、植物工廠之設計基準

現階段植物工廠之營運尚不能突破設備投資費用高昂及日常營運經費不低之困境，導致大規模商業化植物工廠成功之例尙屬少數。要邁向開發實用化之植物工廠的道路，在硬體方面尙需考慮到建築物（溫室），栽培設施（栽培床、移植機器……），空調設備，水耕設備等等，使爾後之例行生產流程可以規則化，具多收穫性，且能在最省能源下，兼具節省人工之自動化比較及經濟性。表3爲設立植物工廠之必需條件，表4爲栽培設施之立體化，平面化及移動化間之差異。

構築植物工廠所採用之建築物，可分成兩種，人工型植物工廠係採隔熱保溫資材，工廠之外表與內部與一般倉庫相仿，而在太陽光型或人工光/太陽光併用型則大致採用玻璃溫室，爲一太陽光與人工光併用型植物工廠之外貌。

表三 植物工廠的設立準則

項目	建物	栽培設備	環境條件		
			空調設備	照明設備	水耕設備
生產過程的規格化			溫度、濕度、風速	光質、光強度、明暗周期照射時間	濃度 pH 溶氧量液溫，二氧化碳施肥
多收穫化		密植栽培，立體/平面移動/靜止			
省能源化	密閉、隔熱式，能利用天井之反射光		利用廢氣利用地下水	間斷照明，並能排除及利用照明設備生產之熱度	營養薄膜法
省力化、自動化		播種機、移植機、定値機、收穫機	電腦監控，溫濕度計、風速計、雨量計、光度計	電腦監控光度計	電腦監控，電導度計，pH 計、離子度計、二氧化碳計
經濟性	組合式建築	空間的有效利用	能源、電氣、瓦斯、石油		

人工光型植物工廠之構築與廠內週年必需溫控有關，廠內冷房負荷之設計則直接影響其營運成本。影響植物工廠冷房負荷之因素有5大項，分別爲：1. 外界侵入結構體之熱量，2. 結構體間隙之侵入熱量，3. 工廠內土地之發散熱量，4. 植物體之發散熱量，5. 人工光源之發散熱量。

表四 栽培設施的設置方式及特徵

方 式	優 點	缺 點
立體式	土地之有效利用、需人工光補足時成本較低	設施內環境條件不均勻，栽培設施會遮蔽部分光源，初期投資大
平面式	設施內環境條件均一化光度相當平均，初期投資較少	實際栽培面積比率較少，早、晚之日射量較少
移動式	設施內環境條件均一化，栽培管理較容易，省力化能利用較低之入射太陽光	初期投資大

表五 植物工廠內各種感應器之使用範圍

測定要素 項目	氣溫	相對濕度	二氧化碳濃度	養液溫度	養液離子濃度	pH	溶氧量
測定範圍	0～100°C	20～100%	300～3000ppm	0～50°C	0～50 mmho	2～12	0～15ppm
測定法	溫度阻抗	電阻	紅外線測定儀	測溫阻抗（含半導體）	白金電極	玻璃電極	隔膜電極
準確度		±2%	1ppm	0.5～1.0%	0.5～2.0%～	0.2pH, 2%	再現性電極2% 指示計2%
應答時間(90%)	數十秒	數十秒	30秒～2分	數秒～數十秒	數秒～數十秒	20～50秒	
校正	基準溫度計		標準氣體	基準溫度計	標準液	標準度	0%飽和液檢定
注意事項	自動化	需溫度補償校正	測定過程需去除水蒸氣		需溫度補償校正	需溫度補償校正	樣品流量0.2～2公升/分
				預警系統	預警系統	預警系統	

在植物工廠內之栽培系統大致上均以水耕栽培為主，其原因係利用水耕養液始能提供植物最適之養份，由前述幾講中得知，各種水耕系統均有其優劣點，若無栽培環境之調控，則無法充份發揮其效能，典型之植物工廠中各種環境因子及水耕系統自動化控制項目包括育苗室及栽培室內之溫度、濕度、二氧化碳、遮蔭網之收放和栽培室內外之日射量及風速。又，栽培系統中之控制

項目為養液之pH、濃度、給水及停電時之緊急處理。表5，植物工廠內各種感應器之使用範圍及注意事項。

國外植物工廠範例

一、芽菜工廠

近年來日本方面對於植物工的研究不遺餘力，1984年在靜岡縣創立的海洋牧場，其工廠化的生產蘿蔔嬰（radish sprout）即為著名的範例。以下就其流程中的步驟詳述如下：

1. 種子來源

採『大阪四十日大根』及『美濃早生大根』等兩種品種，尤其是『大阪四十日大根』的品質及發芽生長勢較優。種子來源大部分透過日本商社委託國外農家契約採種，採種包括美國、中國大陸、臺灣及韓國等地，但以美國西海岸的種子品質較優。

2. 浸種

將購得的優良種子，先以比重法篩選不良種子及夾雜物，然後倒入金屬網籃中，此網籃是置於20°C的恆溫水槽，槽中水採用循環式每一小時動作一次，如此經3～5小時後取出。

3. 催芽

將種子移入催芽，此催芽室內的室溫以空調維持22°C及相對濕度為70～75%。在催芽室中將浸種後的種子倒入木箱，其木箱規格為50×20×4公分，在倒入前，木箱內先置入一層吸濕性強的吸水紙，接著倒入約3公分厚的種子，之後再於種子最上方加敷一層同質的吸水紙。將木箱堆置於多層的鐵架上24～36小時。

4. 播種

催芽後的種子直接倒入自動播種機中，由播種機以每穴放入268～280粒的速度，將種子撒於育苗箱中。海洋牧場專用的育苗箱為保利龍製長60公分，寬45公分，厚5公分，箱內依消費者的需求量而異，分成20、25、35穴三種，其外形為正方形或長方形。育苗箱底部分成有孔及無孔2種，箱內每一播種穴內亦依放置育苗用發泡海綿與否分成2種。

5. 灑水

從播種→育苗→綠化過程中每日需灑水一次，至綠化期時，若採用無孔的育苗箱栽培時，每日需灑水 2 次，灑水方法採用上方噴水式；若採用有孔的育苗箱栽培時，則直接將營養液灌入綠化池，使育苗箱浮起。海洋牧場所用的營養液配方如表6所示。為日本大塚化工的均衡標準配方。

表六　日本大塚均衡標準營養液之組成分

成　分	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	B_2O_3	Fe	Mn
濃度(ppm)	260	120	345	230	60	1.5	2.7	1.5

在育苗室內的灑水中，添加量營養液隨播種後2～4日間，種子發芽後莖的伸長及子葉展開程度而增加，但播種後第一天的灑水中並不需添加營養液。至於育苗箱內之灑水方式是以蓮蓬頭噴灑為主。

育苗室的環境因子需加以控制，例如室溫、相對濕度及室內照明度等均有一定的上下限，在室溫方面22～25°C，相對濕度為75～80%，照明度為1,000～1,500Lux，天雨時需以螢光燈補光。

6. 綠化

從播種開始至完成育苗大約需4～5天之後，再將育苗箱移入綠化室中生長2～3天。綠化室的環境因子與育苗室不同。就日照而言，需有8,000～15,000Lux間的照明度，冬季及夏季夜間照明度不足時需外加人工補光，否則芽體的葉綠素含量不高。此外綠化室內以秒速60公分強的風扇吹之，以保持室內通氣。綠化室中並安裝有二氧化碳通氣裝置，因冬季時，為維持綠化室內的室溫，必須將全室密閉保溫，而造成二氧化碳，以增加芽體的光合作用能力。

海洋牧場的綠化室的灌液方式是採用水耕養液綠化池方式，亦即將育苗箱緊密地排列在養液池中，利用養液循環系統使育苗箱浮起。在綠化室中所用的營養液液溫則控制在20°C。

7. 消毒

進行芽菜生產最忌病菌感染，從種子發芽過程至綠化過程均可能著生病菌，最常見的現象為種子生霉及綠化過程葉片呈現黑斑。然而，蘿蔔嬰是供生食用，不能使用人工合成有機殺菌劑直接處理種子或芽體來防止病菌感染。因此，海洋牧場方面僅以一種商品名稱為「德米古龍G」的藥劑進行育苗箱的浸漬消毒。德米古龍G主要成分為70%的$Ca(Cl0)_2$，此藥劑在自然光下極易進行光分解，而成無毒的離子化物質。又此藥劑在稀釋1,000倍下不但無消毒種子的作用，甚至一旦濃度提高時反而會抑制種子發芽及芽體生長。

進行工廠化芽菜生產之優點及特徵如下：

(1)種子發芽勢相當整齊

由於業者自行介入採種作業及篩選優良種子的步驟做相當徹底，因此，本質上其種子發芽勢較優，甚至為了促進其芽體的生長勢，亦有採用例如植物荷爾蒙GA100ppm或其他藥劑處理。

(2)生產流程自動化

芽菜工廠的特徵之一為生產流程僅需少數人力，但收穫包裝部門則需大量勞力。以位於日本神奈川一家生產蘿蔔嬰的行部澤芽菜公司為例，其總面積6,400平方公尺（4,000平方公尺為綠化室，2,400平方公尺為育苗室），僅2名職員負責操作栽培系統，僱3名司機運送產品，及20名兼差的工人負責於每日上午收穫時拔除不良芽體（太長或太短的芽體）及包裝產品。

(3)工廠規模小但清潔衛生

芽菜工廠與一般葉菜水耕農場相比，佔地面積較小，但工廠經營方式與一般食品工廠相仿，相當清潔及衛生。

(4)可立體化栽培

日本靜岡縣兼正公司使用一套由山本產業公司開發的雙層盪鞦韆式芽菜生產系統，其特徵為綠化場的土地面積可雙倍使用，生產流程與海洋牧場相異處為種子浸種催芽6～12小時後，即撒播至保利龍的育苗箱中，之後，立即將育苗箱移入此雙層盪鞦韆式的系統上，如此經過6天後，即可收穫出售。綠化場的環境因子與海洋牧場相似，室溫維持在25～30°C間。本系統的灌水方式採用噴灑式，每日4次，即當各育苗箱回轉至系統前方的下層時，有數個噴頭可自動噴灑出養

液或清水。而多餘的水則由下方的 V 型灌水槽回收至養液槽。

二、工廠化豆芽生產

綠豆芽及黃豆芽生產事業在我國已有幾千年的歷史，從早期利用陶缸作爲暗室生長，至現代化利用類似貨櫃車輛似地密閉式育苗室，將室內以 FRP 浪板分隔成5間。或以塑膠箱每5個一組置於暗室內，但不論浪皮式隔間或塑膠箱，其下方均可迅速排水，而且隔間或塑膠箱的前方需有一道活動門，以便收穫時豆芽可由此門送入清洗及包裝的生產線上。

綠豆芽的生產流程大致相似於上述芽菜，其不同點爲無需綠化，在種子浸清3～6小時後，直接倒入隔間或塑膠箱中，如此經過5天後即可收穫。爲促進豆芽的生長，育苗室室溫需維持28～30°C 及相對濕度80～90%，且每天定時由隔間或塑膠桶上方噴灑清水，水溫爲17～20°C ，每日2～4次。再者爲了促進芽體肥胖，育苗室內每日亦施放適量乙烯。

最近幾年苜蓿芽之營養價值逐漸被消費者所肯定，尤其苜蓿芽中高蛋白及維生素 A、D、E、B1、B2、菸鹼酸等豐富的含量，被認爲對消除疲勞、預防便秘、神經質有所助益。然而，苜蓿的種子較小，且芽體忌水及光線，大規模生產時需要特殊的育苗室。筆者在日本靜岡縣磐田之兼正公司看到一套圓桶型的苜蓿生產箱，此圓桶深1公尺，直徑1公尺，爲不銹鋼製圓桶，一方封死，另一方爲 FRP 塑鋼活動門。在育苗箱的內部由軸心分成四等分，每一等分的軸心面有數支噴頭，每日上午各2次，利用經低溫冷卻霧氣之噴出，以維持育苗室20°C 及相對濕度75～80%，此圓桶每小時旋轉1次。實際操作時，每一圓桶可放入12公斤的濕種子，即每一格3公斤，待7天後收穫時每一桶的收穫量爲96公斤，則每一格24公斤。

三、葉菜工廠

爲進一步瞭解植物工廠的內部結構及操作步驟，兹將日本電力中央研究所設立於群馬縣勢多郡宮城村的赤城研究所內1,000平方公尺的植物工廠爲範例，詳述如下：

工廠的造價爲80萬美元，總面積1,096平方公尺，溫室面積佔860平方公尺，600平方公尺爲實際栽培室，用於收穫、打包及移植等操作室佔地107平方公尺，種子發芽及育苗用的準備室佔地54平方公尺。在溫室冷卻系統方面，冷房用電88kw，蓄熱槽39立方公尺，溫水槽2平方公尺，溫室內熱交換器效率4,000卡/分，育苗用熱交換器效率400卡/分。在栽培室光照系統方面，採用200個鹵金屬合金燈，每個光照度400w，育苗室內採用76支螢光燈，每支光照度110W。整個系統安全電量爲350KVA。栽培床的設置採用水耕方式，可置1,500,000盆，每360盆或860盆依作物別由一栽培承板固定之。栽培室遮光方面採用雙層遮蔭網內遮光式。

工廠每月生產，萵苣爲1,720株（146公斤），菠菜6,880株（172公斤），千寶菜6,880株（206公斤）。耗電量，5月時爲每日1,680KWH,12月時爲1,620KWH。

工廠內白天利用太陽光爲主要光源，當光源太強時，可利用二層遮蔭網隔熱，至夜間則採人工光照明。在每24小時中植物光照17小時，照光時期室溫控制在25°C ，其餘7小時的黑暗期，室溫爲20°C。工廠內相對濕度調控在70～80%間，二氧化碳濃度在1,000ppm 左右。植物是採用水耕栽培技術，利用可變栽培行株距的栽培裝置來加速植物生育速率。植物工廠中栽培設施中一個栽培床可裝置8組栽培槽，每一個栽培槽依作物別可承載數量不一的栽培缽及植株。

栽培及收穫流程如下：

在栽培流程中首先將種子預措後以機械播種機種植於海綿中，然後放在人工光照的育苗室中，等待出芽及綠化（大約10天），即待幼苗第一對葉片展開時，利用移植機將每一小海綿塊移植入植物缽中，再定植於栽培床上，每一栽培床可種860株。種子預措至健苗移植步驟是在栽培室外的育苗室中進行，待栽培床完成移栽作業後，由輸送帶將栽培床移入栽培室，藉由栽培室內的機械作業流程，將已種植的栽培床推向前方，以便留下空位。

在收穫流程中，也是採用機械作業，利用栽培床架上是吊車，將已屆收穫的栽培床吊起，送回栽培床架的前方，以利於工作人員取出收穫。以半結球萵苣的生育期為例，自播種到採收需31天，菠菜則需25天。

至於栽培過程如何加大植株採行株距，以波菜為例，需每5天重覆操作一次；半結球萵苣則每7天操作一次，首先，利用吊車將欲加寬的栽培床吊起放回床頭，再利用機械作業將栽培床推向前方，空出一個栽培房的位置，此時再放入一個空的栽培床，之後將栽培床推向前方，在推向前方前先利用吊車將栽培床內的栽培缽疏植之。一個栽培床中原有24個栽培缽，經第一次疏植一半至空的栽培床，至第二次疏植時，每一栽培床僅餘6個栽培缽（植株）。

國內植物工廠範例

一、芽菜工廠

位于桃園縣平鎮鄉之青山芽菜工廠是國內近年來較成功地以半自動化生產豌豆芽之農家，由詹朱金公子經營的豌豆芽工廠，佔地0.5公頃，栽培設施分成浸種、播種室、暗室、綠化室及收穫包裝室等四部分，其栽培流程大致為：(1)浸種消毒（12～24小時），(2)撒種（2小時，包括育苗盤填充質撒種），(3)催芽與暗室生長（4天），(4)綠化（2～4天）。換言之，從播種至採收約在6～8天間。青山農場之日產量，大約在2000公斤左右，若以工廠交割價每公斤每平均50元，其年淨所得率在30%間，亦即3年間將可回收其投資額。

二、水耕蔬菜工廠

在逐漸分佈於本省各縣市之鄉村中，可找到以經營24間，每間長20公尺，寬2.1公尺及高2.1公尺之水耕網溫室農家，這種溫室即為前述由台中區農業改良場所開發之動態浮根式水耕栽培技術。由高雄市小港區余振喜農友所經營之力揚水耕農場為例，佔地0.3公頃，內有24間小溫室，每日生產小包裝（每包250公克）葉菜類600～800包。力揚農場之人力配備為夫婦2人及雇長工1人及兼業播種工1～2人，當初水耕硬體投資成本0.1公頃新台幣120萬。若以其目前工廠交割價每包平均新台幣 9 元，則其年淨所得率在23%間，亦即四年間將回收其投資額。

結　　語

每逢盛夏台灣地區的風災，水害導致菜價上揚的夢魘，在40年來並沒有良善的解決方案，歷年來農政單位先後曾致力於(1)推廣高冷地夏季蔬菜生產計劃，(2)擴大夏季蔬菜面積及增設蔬菜專

業區，分散菜源，(3)改進耕作技術，加強夏季水生蔬菜之生產及(4)獎勵簡易設施土耕栽培；唯一旦颱風來襲災情慘重時災後少則二星期，多則一個月間，菜價居高不下。因之，就解決夏季蔬菜供銷的困難，勢必有一套抗颱風之設施蔬菜栽培技術，否則不能奏效。以現今省農林廳推廣之簡易塑膠布土耕溫室而言，夏季時，設施內蔬菜平時需忍受高室溫，低濕度之逆境，一旦颱風來臨時，塑膠布首先被吹破，隨即骨架被扭曲，而蔬菜則因風雨交加之迫害而屍骨無存。

21世紀未來的農業生產，是一種生物科技和電腦化工業相結合的植物工廠化生產。在一個數層樓高的圓形植物工廠，中央部位為生產管理總樞，扇形各部為各農場的生產及數穫，中央部地下則為收穫物打包、貯藏及運輸、販賣。我們可憧憬著一對夫婦經營的蔬菜工廠，竟建築在住宅區的4層公寓大廈內，頂層由太太負責，其作業範圍包括整個工廠的電腦監視及蔬菜浸種、催芽、播種、綠化及定植，至於先生則負責第2、3層蔬菜生產線（植物工廠的栽培區）的現場作業，及底層蔬菜生產線末端的收穫、包裝、運輸及販賣等等操作。未來21世紀的農業，生產品的均一化、品質的精緻人和管理的自動化，是可以預期的。

唯，以本省現階段設施農業的發展趨勢看來，若未能即時了解自身的處境（環境因子、作物種類、國人嗜食習慣……）而冒然引入溫帶國家慣用之自動化設施栽培技術而無法本土化，則不但無法達到農業昇級，提高農民所得，反因生產成本過高，更加無法與國農產品相匹配，終將落入萬劫不覆之地。

圖一 日本電力中央研究所之人工自然光併用型之植物工廠

圖二 美國洛杉磯波利達卡植物工廠爲自然光型，雙層式每日生產6000個半結球萵苣

圖三 美國芝加哥 Adams 植物工廠之自動化採收系統（左）及萵苣生長盛況（右）

圖四 台中區農業改良場之植物工廠自然光（左）及人工光（右）併用型

養液栽培技術講習會專刊 第四輯 44～50, 1992

養液栽培之生理障礙

林深林 林慧玲 李國權*

摘 要

在本省簡易設施中進行養液栽培最常發生生理障礙之原因為：1）養液管理不當，2）氣溫過高，3）供氣量不足，栽培作物一旦有生理障礙後，則容易引發病蟲害。生理障礙的預防須從設施結構及管理上著手。

前 言

養液栽培因為不使用土壤而把作物直接栽種於營養液或非土之人工介質中，因此也缺乏了土壤緩衝作用之保護。許多一般田間栽培並不常見的生理障礙，例如，根部缺氧、元素不平衡等症狀，在養液栽培時就很容易發生。以下就一些在台灣亞熱帶氣候下，於設施內進行養液栽培容易發生之生理障礙就其發生原因、症狀及克服方法作一簡介。

一、生理障礙發生之原因

㈠養液管理不當

a. pH 值失調－一般作物適合生長之 pH 值在5.0—6.5，作物對元素的不均衡吸收，是造成pH值變化的主要原因。而用水品質、氮肥型態、作物種類、高溫都會影響養液 pH 值。水中含 Ca、Mg 較多，則 pH 容易偏高，作物吸收 NH_4－N 會使 pH 下降，高溫容易使作物多吸收 N、P、K 而使 pH 上昇。大部分栽培業者都有養液 pH 自動檢測及調整裝置，但須注意的是養液中對 pH 的緩衝能力會隨著酸鹼的加入而減少。

b. 溶氧量不足－養液中溶氧量主要隨著所使用栽培方法而不同。一般而言，使用人工介質或流動式栽培（例如 NFT）法較少發生缺氧現象。但為了節省用電成本，目前本省大部份用的是浮根式或動態浮根式，這兩種方式主要靠暴露於空氣中的根來呼吸，但是其先決條件必須是植物根組織中能充分的把氧氣從暴氣根部位傳到浸水部位的吸收根。因此會有某些植物生長不良的情形發生。而有些農友嘗試於水耕床中打氣也發現有很好的效果。而溶氧不足的現象於高溫時會更嚴重，因為高溫時水中氣體溶解度小。

c. 養液過濃或過淡－這裏所指的是總鹽類濃度，在使用介質之養液栽培中（例如岩綿栽培），常會因水分蒸發而造成上部的局部鹽害，在有自動補水的水耕槽中，會因作物的吸收而使養液變淡，容易造成 pH 易變動及營養缺乏等症狀。一般用測量養液之 EC（電導度）來控制是否需要添加肥料，但是 EC 值所代表為全部的總離子，因此於 EC 偏低時，可能會有某種元素（特別是微量元素）事實上已經太多。所以對下一點亦須注意。

d. 元素成分不平衡－營養液中之元素成份可能因為作物的偏好吸收而不平衡，或因為 pH 失

* 國立中興大學園藝系講師及教授

調造成某種元素的沈澱。而微量要素 Zn、Mn、Cu、Fe 常會因其他元素過量或缺乏而引起相對缺乏或過量。例如養液中磷酸根過多，易造成 Cu、Fe 的缺乏。而養液中鐵的供給更因爲二價鐵離子容易氧化成不易被植物吸收的三價鐵，所以鐵的補充是養液管理中必須注意者。

e. 養液中有毒物質的累積—使用過久的養液雖然一再補充肥料，並調整 pH 值，但是前期作物根部分泌之一些有機酸類卻是會累積殘存。過濾的裝置往往並不實用且昂貴，倒不如把養液全部換新來得便宜方便。但是大量廢棄液的排放，將來也是環保上的一個課題。

㈡設施內溫度不適宜

a. 氣溫—使用簡易設施往往因通風不良而於夏季易造成設施內氣溫過高，高溫固然對作物不好，而在冬季之簡易設施如果沒有適當的保溫設備造成之低溫也不適於好高溫之作物生長。

b. 水溫—水溫往往低於氣溫，但是植物根部對高溫的忍受程度往往不如地上部，而靜止的養液栽培床中養液的溫度比較容易隨著氣溫之變化而變。

㈢不適當的日照

強日照會引起高溫，養液暴露於強光之下，容易使鐵發生沈澱。但是在本省簡易設施下，常見遮蔭網的設置，而設施上的玻璃或塑膠布又因灰塵而降低透光度，所以生鮮超市的許多水耕蔬菜都比較細長，綠色比較淡。

二、生理障礙之症狀

1. 營養缺乏症狀—很多營養缺乏症狀可以憑目視診斷。而比較可靠的還是要靠植體分析並分析養液組成，但是這些分析都須耗時較久，對短期的水耕蔬菜栽培而言，是緩不濟急。有一些速測法則可以相當迅速的決定是否缺乏。缺乏症之判斷，請參考附表一。
2. 毒害症狀—毒害的症狀表現較複雜，在重金屬毒害，時常是引起其他元素缺乏。如缺鐵黃化現象，常是 Cu 或 Zn 或 Mn 毒害所造成。
3. 缺氧症狀—造成側根增加，根毛增加，根冠部形成木栓層皮孔，嚴重有根的壞死。
4. 高溫症狀—高溫使根生長緩慢，養液中溶氧量降低，pH 值容易昇高。
5. 日照過強—日燒症狀，養液溫度昇高。

   日照不足—徒長，植株軟弱。

三、如何克服生理障礙問題

養液栽培生理障礙的發生大部分可歸於管理不當，但是管理不當事實上大部份和設施結構、栽培方式的選擇有關。例如溫度的問題和簡易溫、網室的設計有絕大關係。使用風扇強制通風是絕對可以調節夏季的高溫，但是能源成本較高。而小網室比大網室易因周圍環境變化而變化其中的溫度。水溫的調節可以把貯液桶埋到地下獲得改善，並且須要增加養液循環的頻率。對動態浮根式空氣混入器的改良及增加循環次數或時間都可以增加溶氧量。

養液管理方面，最重要的當然是要於開始時就選擇適合的養液配方栽培適當的作物。例如以氮肥型態而言，萵苣、芹菜喜好 NH_4—N，而菠菜喜好 NO_3—N，所以養液配方就須適當選擇，投其所好。

附表一

植物營養要素缺乏及毒害之目視症狀（譯自Jones, J. B. Jr. 1983）

元 素	缺乏症狀	毒害症狀
氮(N)	整株黃化或自老葉開始黃化，嚴重時，老葉褐化，但新葉則仍呈淡綠至黃色。植株細弱，生長緩慢以至停止。已成熟果實的顏色會變深。	葉色深綠，葉片徒長且厚。莖幹軟弱易彎曲。結實率降低，果實較蒼白。（氨毒害）：植株黃化，而葉莖上有壞死斑。植株矮短，葉子下捲成覆杯狀，維管束組織可能壞死，高溫時造成萎凋。
磷(P)	葉色深綠或藍綠色，老葉（尤其葉脈）甚至變紫。嚴重時植株矮化、生長停止。	過量的磷造成微量元素（尤其是鋅）的缺乏。除此以外，植株除了生長稍緩外，其餘大致正常。
鈣(Ca)	幼組織停止生長最後死亡。葉緣轉黃、變褐。果實會產生〝底腐症〞，由果實的果底部產生黑色壞死。根的生長嚴重減少，並容易受病原感染。	通常鈣不會造成毒害，但是過多的鈣造成鉀和鎂的缺乏，植物可能顯示鉀或鎂的缺乏症。通常鎂缺乏會先顯示出來。
鉀(K)	開始時植株呈深綠或藍綠色，類似磷的缺乏，但是後來葉片上或沿葉緣會產生壞死斑並有穿孔現象。嚴重時植株矮化。	鉀過多會表現鈣或鎂的缺乏症，大部分呈現的是鎂的缺乏。過多的鉀造成元素不均衡。
鎂(Mg)	老化組織上出現邊緣黃化，嚴重時葉片部份組織轉褐以至於死。鎂缺乏使植物更容易受眞菌病害感染。	過多的鎂可造成鉀和/或鈣的缺乏。除植株生長較緩外無其他外表症狀。
硫(S)	缺硫和缺氮症狀相似，依缺乏程度，植株呈淡綠到淡黃色。比較起來，缺硫的黃化現象植株上下較平均，而缺氮則下位葉較明顯。	很少發生。
硼(B)	頂芽粗短並死去。葉片變形，莖表粗糙裂開，並有木栓化裂緣或突起。開花少，結實差。根停止生長，並且容易感染病害。	毒害使植株矮化，嚴重時植株很快死亡。
氯(Cl)	很少見，只有特殊環境下才會有缺氯情形。症狀爲葉片成銅色，轉黃並致壞死。	很少發生。症狀爲植株矮化，高溫時發生萎凋。過量的氯會干擾硝酸鹽(NO_3^-)的吸收。

附表一（續）

元　素	缺乏症狀	毒害症狀
銅(Cu)	葉色黃化或轉深綠，葉緣上捲。幼葉死亡，不結果。植株嚴重矮化。	植株生長嚴重受損，毒害始於根部生長受阻，最後導致全株死亡。
鐵(Fe)	新梢均勻地黃化，剛開始時葉脈還有綠色，以後也會變黃。嚴重時植株生長緩慢而矮化。	正常狀況下，鐵毒害不會發生。
錳(Mn)	幼葉黃化，但是葉脈保持綠色。葉片上呈現點狀或條狀壞疽，莖及葉柄上出現黑斑。嚴重時植株矮化，新葉畸型。	剛開始症狀類似缺乏症，但是壞疽很快出現，植株矮化，並可能有缺鐵或缺鋅症狀。根的生長緩慢或全不生長。
鉬(Mo)	葉脈間出現小斑點。葉緣捲曲。	正常狀況下，未見有鉬的毒害。
鋅(Zn)*	新葉短小，由於細胞伸長受阻造成叢生狀(Rosette)的枝條。葉片會扭曲、壞疽，有時並且黃化。嚴重時，植株矮化變型。	其毒害症狀大半是因過多的鋅所引起的鐵或錳的缺乏。植株黃化並且矮小。

*銅、錳、鋅，常被列爲重金屬，過多時很容易造成毒害，尤其在沒有介質緩衝的水耕栽培。水耕液調製時對這些元素的平衡尤須特別注意。

參考文獻

王銀波　1989　培養液的化學性及其管理　養液栽培技術講習會專刊第二輯 pp. 60-68　農試所鳳山熱帶園藝試驗分所。

沈再發　1989　養液之配製與管理　設施園藝技術　pp. 182-190 豐年社　台北。

沈再發　1990　植物生長與養液要素之關係　養液栽培技術講習會專刊第三輯pp.9-13.　農試所鳳山熱帶園藝試驗分所。

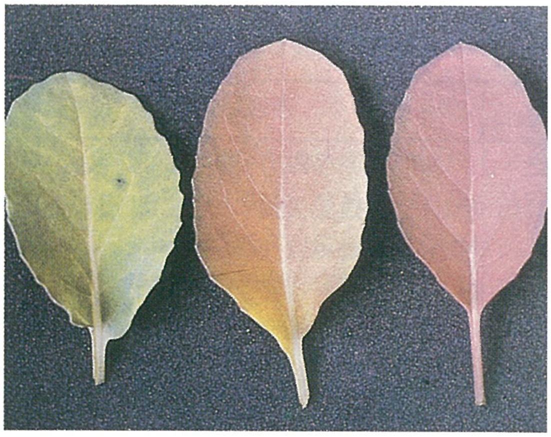
連國洲　1988　高溫對青梗白菜生理之影響　碩士論文　中興大學。

橘昌司　1989　無土栽培之重要環境因素及其根部功能　無土栽培新技術pp.297-308　地景出版　台北。

Mason, J. 1990. Comercial Hydroponics. Kangaroo Press, Kenthurst NSW, Australia.

Jones, B. J. Jr. 1983. A Guide for the Hydroponic & Soilless Culture Grower. Timber Press, Portland, Oregon, USA.

Resh, M. H. 1983. Hydroponic Food Production. Woodbridge Press, Santa Barbara, California, USA.



圖一 甘藍缺氮，因爲葉綠素蛋白合成受阻，所以葉片呈紫紅色。

圖二 葉蒿苣缺氮，下位葉黃白化（圖左），圖右爲正常植株。

圖三 圖右爲木瓜缺磷植株，和正常株（左）比較，植株矮化，莖部纖細。

圖四 水耕液中磷過多，導致鈣、鐵等之沈澱，引起根部褐化，葉片黃化等缺鈣和微量元素缺乏症狀。

圖五 胡瓜缺鉀，由葉緣開始黃化並向內展開最後導致焦枯，下位葉（下）症狀比上位葉（上）嚴重。

圖六 葉萵苣缺鈣，新葉扭曲變形，並有皺縮現象。

圖七　胡瓜缺鎂，葉脈之間黃化，但葉脈仍保持綠色，嚴重時有壞死斑點。

圖八　胡瓜缺鐵，新葉呈均勻黃化。

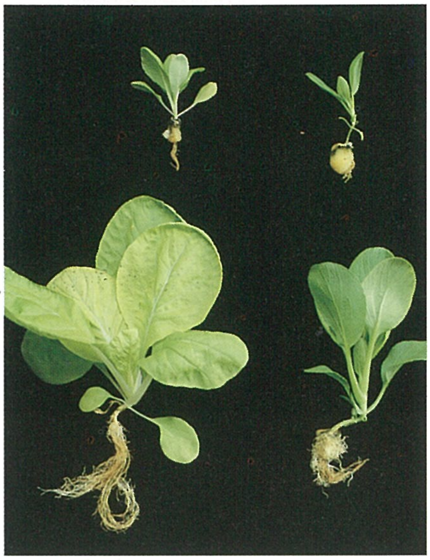
圖九　蕹菜缺鐵，新葉呈均勻黃化。鐵很容易因爲其他微量元素的過量而導致缺乏，如銅、鋅、錳的毒害都會引起缺鐵。在水耕液中有過多的磷，也會導致缺鐵。

圖十　莧菜缺硼，新葉皺縮，葉脈木栓化。

圖十一　葉萵苣缺硼，頂芽壞死，莖部有縱裂缺口，並出現木栓化。

圖十二　胡瓜硼毒害，葉片向內翻捲，並出現淡棕色焦枯。

圖十三　洋香瓜水耕液因 pH 値過高所引起之缺錳症狀。



圖十四　高溫嚴重阻礙水耕白菜和青梗白菜的生長。圖中上排栽培於無強制通風之膠棚網室中，平均中午氣溫爲 38˚C。

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　51～57, 1992

豌豆芽菜 (pea sprouts) 根腐病之發生與防治

林益昇・黃晉興*

前　言

芽菜爲終年可供應的蔬菜，國人較普遍食用綠豆芽，其次爲黃豆芽，及少數蠶豆芽。最近市場上也偶而出現外國人食用較多的蘿蔔嬰及苜蓿芽。鑑於國人對芽菜的喜愛，園藝試驗人員嘗試篩選若干新種芽菜，結果以豌豆芽菜 (*Pisum Sativum* L)（又稱豌豆苗或豌豆嬰）最受歡迎，並且已經濟化栽培，成爲本省新興芽菜產業。目前全省各地業者皆採用自澳洲進口之飼料豌豆 (Dundale pea)，在設施內終年栽培。其產品可分爲兩類：㈠先將種子泡水 6-12 小時，再用播種機平舖於盛有栽培介質的育苗盤（水稻育苗盤）上，強力打水，在保持高濕的環境下催芽，4 天後種子已發芽，並且長出幼莖，再移置室外蔭棚下，接受間接光線而綠化。每日澆水 2-3 次，待苗高 10-15 公分（在夏天需 4 天，在冬天需 8-10 天），即可自基部收割，其產品稱爲「綠芽」；另外㈡當豌豆種子平舖於育苗盤之後，即置於有遮蔭的金針菇寮的床架上催芽，培育至收穫，未經綠化過程，其產品稱爲「銀芽」。豌豆芽菜包含幼莖及嫩葉，不僅鮮美可口，且富維生素及礦物質。標榜爲清潔蔬菜，市場價格昂貴，尤其在梅雨及颱風季節，更能迅速穩定供應市場，頗具發展潛力。然而自 1990 年開始，作者於全省各豌豆芽菜農場發現一種不明病因的根腐病。初期會有部份種子發芽不良，種皮微泛黑色，在育苗盤上成點狀發生，然後發病面積迅速擴大，變成深黑色，豌豆苗因而矮化或停止生長，根部嚴重腐爛（圖一），罹病種子及幼苗常佈滿白色菌絲，農友將之稱爲「敗根病」或「白菇病」。該病害在夏天發生嚴重，在冬天稍見緩和，但仍使豌豆苗矮化，已成爲豌豆芽菜產業的限制因子。

豌豆芽菜根腐病之鑑定

1.病原菌的分離：

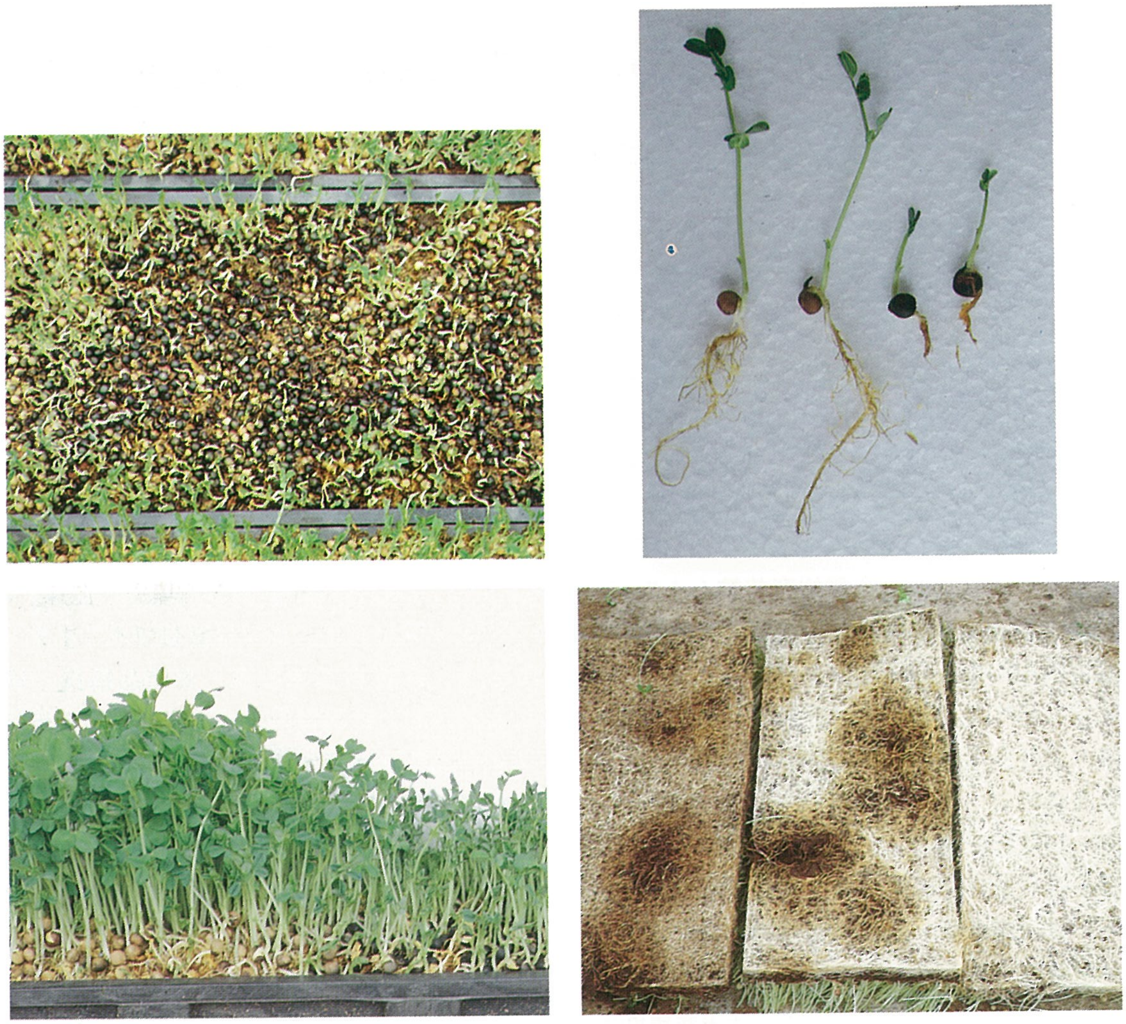
作者曾多年從事田間豌豆病害研究，在本省引起豌豆種子腐敗，幼苗猝倒的根腐病菌計有 *Pythium* spp, *Rhizoctonia solani, Sclerotium rolfsii* 及 *Fusarium solani* f. sp. *pisi* 等。然而豌豆芽菜根腐病的情況或許不同，因爲豌豆芽菜是在設施內的無土栽培，農友使用的栽培介質駁雜，因而病因也可能複雜。作者赴各地農場採集收穫前和收穫後的罹病的或外表健康的標本，攜回實驗室洗淨根部，不經表面消毒，放在 2% 水瓊脂培養基上分離可疑病原菌。結果顯示從採收後的罹病植株分離得許多種類的眞菌，但是從採收前新鮮的罹病株，或外表健康的植株，僅只分離到 *Pythium* spp，在夏天是 *P. aphanidermatum*，在冬天則是 *P. ultimum*。

2.病原性測定：

將分離所得的 *P. aphanidermatum, P. ultimum* 和其他可疑衆多眞菌，分別培養於水瓊脂培養基上，再植入經 5.25% 次氯酸鈉和 95% 酒精溶液 (1:1) 表面消毒的豌豆種子，置 25°C，4 天。

---

* 國立中興大學植病系教授及研究生



圖一 豌豆芽菜根腐病

結果只有 *P. aphanidermatum* 和 *P. ultimum* 阻止根部生長，並引起根腐病徵。另外，將上述可疑病原菌培養於 V-8 蔬菜汁瓊脂培養基上 5 天，取出打碎當做接種源，加入木屑堆肥的介質內，在溫室 (23-32° C) 盆栽豌豆芽菜。結果仍然只有 *P. aphanidermatum* 和 *P. ultimum* 引起根腐病。從罹病株重新分離得該二病原菌。

由於豌豆芽菜因根腐病而死之，或被強剪收穫，收穫後即不再澆水而任其乾燥，對植株殘體造成極大的震撼。使其微生物相發生劇烈變化，長出許多腐生菌。因此，欲得病原菌，必須從新鮮的材料或者外表健康的植株才可分離得病原菌。經作者的分離與接種試驗證明 *P. aphanidermatum*和 *P. ultimum* 是豌豆芽菜根腐病的病原菌。

根腐病對豌豆芽菜產量的影響

於 1991 年 5 月，霧峰鄉林氏農友新設一個豌豆芽菜農場，作者每個月前往 2 次，定期調查豌豆芽菜根腐病的發生與產量的關係。調查方法乃逢機採取當天收穫的 30 盤芽菜樣品，並予以編號。在每盤之 2 條對角線上的 5 個定點，每點取樣 10 株，共 50 株豌豆苗。取樣後，分別收割

30 個育苗盤上之芽菜，並予以秤重，記錄產量。而逢機採取之 50 株樣本則攜回實驗室，調查其發病等級（0 級＝株高 9 cm 以上，1 級＝株高 6-9 cm，2 級＝株高 3-6 cm，3 級＝植高 3 cm 以下），並依下列公式計算樣品之發病度。再於水瓊脂上分離病原菌。

$$發病度(\%)=\frac{n_0\times 0+n_1\times 1+n_2\times 2+n_3\times 3}{N\times 3}\times 100\%$$

n_i＝各個發病等級的調查株數

N＝調查總株數

結果顯示該農場於設立後，馬上發生根腐病。到 8 月時，發病度高達 55%，產量僅為 255 克／育苗盤。然後隨着溫度的下降，發病度亦下降，產量卻持續上升。發病度在 11 月以後降至 5% 以下，到 1992 年 2 月下旬稍為回升；而產量也是在 2 月上旬最高，達到 750 克／育苗盤，然後於 2 月下旬又開始下降。這些現象和病原菌的出現率有關係，自 1991 年 8 月到 11 月，*P. aphanidermatum*的分離率一直維持在 80% 以上，爾後則急速下降，至 1992 年 2 月上旬降至 5% 以下。而另一病原菌，*P. ultimum* 則從 1992 年 1 月上旬才偶而分離得到，然後快速增加，到 2 月下旬，其分離率已高達 44%。本試驗仍繼續進行，但由上述結果已可看出一個輪廓，在夏天以 *P. aphanidermatum* 為主要病原菌，而冬天則以 *P. ultimum* 為主。前者更能引起產量的損失。

感染源的來源與傳播

一般設施內作物病害的接種源大約來自使用的器具與資材，包括種子與栽培介質；而且隨人員、車輛的進出，水、昆蟲及風吹塵土所傳播，茲就豌豆芽菜根腐病為例，說明如下：

1.種子：

由於豌豆芽菜根腐病在全省各栽培場嚴重發生，無一倖免。尤其霧峰鄉林氏農場剛設立不久即遭受危害，令人懷疑感染源來自種子。據知農友乃使用自澳洲進口的 Dundale pea 屬於飼料用豌豆，品管很差，混雜有多種品種（系）。不同批的種子發生根腐病的嚴重程度差異很大。作者曾調查多批種子的帶菌率，卻無法從種子分離得 *Pythium spp*。經進一步分析發現發病嚴重的種子比較老舊，而且多破損，發芽時種子滲漏物 (seed exudate) 較多。由此證明本病害的初次接種源並非來自種子，但是不同批的豌豆種子的感受性有很大的差異。

2.水：

豌豆芽菜是在設施內的無土栽培，終年生產，不論是催芽或培育時期皆需大量水份，非常潮溼。而根腐病菌，*P. aphanidermatum* 和 *P. ultimum* 屬於水生菌，令人懷疑感染源來自使用水。但作者在多個農場進行採樣直接或誘釣方法皆無法分離得病原菌。證明接種源來自使用水的可能性很低。

3.栽培介質：

農友使用的栽培介質種類駁雜，包括稻殼、海綿、腐熟之木屑，或豌豆苗製作的堆肥，以及使用過的香菇、金針菇太空包之廢棄介質等。很可能混雜有病原菌，從各地農場取得的新鮮栽培介質分離病原菌的結果顯示，直接在選擇性培養基上只能分離到少量或者無法分離得病原菌，假如使用生物檢定方式，直接在新鮮介質上種植豌豆芽菜，則偶而會有根腐病發生，並不嚴重。又鑑於霧峰林氏農場使用的介質並無病原菌，但是剛設場不久即發生嚴重根腐病。結論是介質會污染病原菌，但一定還有其他來源的初次接種源。

4.塵土：

根腐病菌可以休眠形態在土壤裏存活甚久。而風吹塵土攜帶該些病原菌更是一些設施園藝作物根腐病的感染源。作者曾在水耕網室的尼龍網上收集到根腐病菌。因此收集霧峰林氏（新場）和楊氏（三年老場）農場的地面塵土，初步在培養基上卻分別測得 *P. aphanidermatum* 是675 和 276 propagules/g soil；而 *P. ultimum* 是 8.5 和 520 propagules/g soil。這種結果雖尚未直接證明塵土是初次感染源的來源，但從該二農場發生根腐病的情形有極大的關係，例如，在夏天時該二農場皆由 *P. aphanidermatum* 引起嚴重的豌豆芽菜根腐病，或許是塵土中的 *P. aphanidermatum* 含量高的緣故；而在冬天時，由 *P. ultimum* 引起的豌豆芽菜根腐病，在林氏新場並不嚴重，但在楊氏老場則非常嚴重，或許是該病原菌在前者地面塵土中的密度比後者爲低的緣故。

5.傳播：

上述栽培介質和塵土或許是豌豆芽菜根腐病的重要初次感染源，由於人員、車輛的進出，以及風吹塵土皆會傳播根腐病。但是，理論上僅是上述的初次感染源，初期不會使新設的農場造成太嚴重的病害。事實上，霧峰林氏農場新設不久即嚴重發生根腐病，一定有二次感染源使之迅速傳播。作者觀察放在上層床架之豌豆芽菜已嚴重發病，再持續澆水，使之流落至下層床架的豌豆芽菜上，卻也未見後者嚴重發病，並無相關性。充足的水份，高溼的環境，似乎只有使根腐病在同一個育苗盤內擴散傳播，甚少或者不會傳播感染另一育苗盤上之豌豆芽菜。作者再收集使用過之育苗盤，上面仍殘留有豌豆之細根及栽培介質（以下稱盤屑），在培養基上分離病原菌，並且在植物生長箱中重新種植豌豆芽菜，結果從盤屑分離得高量的根腐病菌，它會使芽菜嚴重發病。可見盤屑的根腐病菌是二次感染源，在農場裏形成一種惡性循環，造成根腐病迅速傳播，以至不可收拾。

防治方法

許多農場因本病害的嚴重發生，不敷成本而被迫放棄經營。據作者所知，當本病害初發生時，農友除向研究機關反應之外，亦求助於農藥商。私底下或許也使用一些消毒藥劑或農藥，卻效果不彰。其實在國內外對田間作物的 *Pythium* spp. 的防治方法很多，包括化學、栽培管理、抗病品種及生物防治等。但是豌豆芽菜卻是設施內的無土栽培，其生態與田間豌豆大異其趣，不能比照實施上述之防治方法，由於尚未進行防治試驗研究，僅提出本病害之防治策略，提供參考討論，以期穫得拋磚引玉之效。

1.化學防治：

在國外防治 *Pythium* spp. 常用化學藥劑，例如使用溴化甲烷和氯化苦薰蒸土壤，或使用愛樂生、Dexon、依得利、滅達樂等藥劑處理種子或土壤，都可達一定程度的防治效果。在豌豆芽菜上是否有效?!仍未得知。而且由於豌豆芽菜的生長期僅是短暫的 8-14 天，又標榜爲清潔蔬菜，絕對要避免使用農藥，因爲農藥殘留的問題太過冒險。如果業者堅持非使用農藥不可，只會得到未蒙其利，卻先受其害的苦果。

2.品種的選擇：

種子發芽時，會產生一些滲漏物 (exudates)，尤其豌豆種子發芽時，更會產生大量的醣類和氨基酸，與 *Pythium* spp. 的侵染大有關係。又有少數豌豆抗病品種的種皮外表含有 anthocyanine的成份，會產生抗生物質抵抗 *Pythium* spp. 。目前農友使用的 Dundale pea 固然價格低廉，品質好，產量高，但它是非常感病的品種。建議園藝試驗人員再努力篩選符合經濟效益的抗病品

種。

3.栽培管理：

良好的栽培管理設計，要同時考慮作物與病原菌的生態特性，才有防治病害的效果。以豌豆芽菜需求大量水份而言，或許無法以控制水份的方法來減輕根腐病的發生。而是要研究如何杜絕初次或二次感染源的防治方法。例如塵土中含有大量感染源，或許可以噴洒一些化學藥劑於地面，或者重視環境衛生的方法來加以防治。盤屑是重要的二次感染源的來源，使用過的育苗盤必須時常澆洗與消毒。又如栽培介質的選擇與處理也是非常重要。有人使用的介質不含病原菌，有人使用的介質則含病原菌，對根腐病的發生有很大的差異。最近有人利用收穫後的豌豆芽菜殘體製做充份腐熟的堆肥，品質優良，不含病原菌。如果再添加一些拮抗物質或拮抗菌，或許會更有抑制效果。其實農友早已添加輕質碳酸鈣於栽培介質以提高 pH 值，只是無法防治根腐病，但是尋求適當添加物的想法是正確的，值得鼓勵。

4.生物防治：

最近生物防治方面有爆炸性的研究，不外乎使用一些拮抗微生物來防治各種作物根腐與猝倒病，其機制有寄生，抗生，及競爭等理論。可惜大都僅止於實驗室的結果，未能在田間廣泛使用。理由甚多，其中以㈠拮抗菌未能在田間土壤中維持長時間的拮抗能力，容易退化、消失；以及㈡市售種子處理藥劑可予防治，方法簡便，花費不多的二項理由最為重要。很幸運的，後一個理由在豌豆芽菜栽培上根本不存在，因為不可使用農藥。而前一個理由在豌豆芽菜根腐病的例子或許比較容易克服。因為它是無土栽培，它的栽培日期短，拮抗菌所須作用的時間更短。作者曾經做一個實驗，當豌豆發芽生長 6 天之後，再感染 *P. aphanidermatum* 或 *P. ultimum*，則已不影響芽菜的產量。換句話說，拮抗菌保護豌豆芽菜的時間僅須 6 天而已，或許不用擔心拮抗作用之退化與消失。假如將來果眞篩選得適宜的拮抗菌，或許僅須添加到栽培介質，或是包夾於種皮上即可達到防治效果，有待大家共同努力。

參考文獻

1. 何偉眞、黃泮宮、林正雄　1990　豌豆豆芽菜生長之研究　設施園藝之研究與技術開發七十七及七十八年度研究成果報告　台灣省鳳山熱帶園藝試驗分所　p. 416-425。
2. 余振煐　1988　拮抗菌防治胡瓜猝倒病之研究　中興大學植病研究所碩士論文 46p。
3. 林美瑄　1988　豌豆種子活力對芽與植株生育之影響　中國園藝 34 (3): 199-210。
4. 林益昇　1986　豆類蔬菜之病害與防治　台灣省政府農林廳　農民淺說 364A-植保 21, 36 p。
5. 林益昇、羅朝村　1989　氰氧化鈣防治豌豆萎凋病之機制　中華農業研究 38 (3): 365-373。
6. 林益昇　羅朝村　1990　溫度影響 *Pythium aphanidermatum* 和 *P. spinosum* 對胡瓜根部之感染　中華植保會刊 32: 1-9。
7. 張喜寧　1986　新種芽菜之短根栽培育　中國園藝 32 (1): 54-60。
8. Callan, N. W., D. E. Mathre, and J. B. Miller. 1990. Bi0-priming seed treatment for biocontrol of *Pythium ultimum* preemergence damping off in Sh2 sweet corn. Pl. Dis. 74: 368-372.
9. Cesar Escobar, M. K. Bente, and J. L. Lockwood. 1967. Possible importance of *Pythium* in root rot of peas. Phytopathology 57: 1149-1151.

10. Chant-Ho, Y. 1970. The effect of pea root exudate on the germination of *Pythium aphanidermatum* zoospore cysts. Can. J. Bot. 48: 1501-1514.

11. Cook, R. J. 1985. Biological control of plant pathogen: Theory to application. Phytopathology 75: 25-29.

12. Curl, E. C. 1982. The rhizosphere: Relation to pathogen behavior and root disease. Pl. Dis. 66: 624-630.

13. Elad, Y. and I. Chet. 1987. Possible role of competition for nutrients in biocontrol of Pythium damping-off by bacteria. Phytopathology 77: 190-195.

14. Flentji, N. T. and H. K. Saksena. 1964. Pre-emergence rotting of pea in south Australia. Aust. J. Bio. Sci. 17: 665-675.

15. Fravel, D. R. 1988. Role of antibiosis in the biocontrol of plant disease. Ann. Rev. Phytopath. 26: 75-91.

16. Hodges, C. F. and L. W. Coleman. 1985. *Pythium* induced root disfunction of secondary roots of Agrosis palustris. Pl. Dis. 69: 336-340.

17. Hoitink, H. A. J., and P. C. Fahy. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with composts. Ann. Rev. Phytopath. 24: 93-114.

18. Howard, R. J., R. G. Pratt, and P. H. Willams. 1978. Pathogenicity to carrots of *Pythium* species from organic soil of North America. Phytopaathology 68: 1293-1296.

19. Howell, C. R. and R. D. Stipanovic. 1980. Suppression of Pythium ultimuminduced damping-off of cotton seedling by *Pseudomonas fluorescens* and antibiotic pyoluteorin. Phytopathology 70: 712-715.

20. Huber, D. M., and R. D. Watson. 1965. Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. Phytopathology 60: 22-26.

21. Keeling, B. L. 1974. Soybean seed rot and the reaction of seed exudate to host susceptibility. Phytopathology 64: 1445-1447.

22. Kraft, J. M. and D. C. Erwin. 1967. Stimulation of *Pythium aphanidermatum* by exudate from mungbean seed. Phytopathology 57: 866-868.

23. Kraft, J. M., W. A. Haglund, and T. P. Reiling. 1969. Effect of soil fumigants on control of pea root rot pathogens. Pl. Dis. Reptr. 53: 776-780.

24. Lin, Y. S., and C. T. Lo. 1988. Control of Pythium damping off and root rot of cucumber with SH mixture as soil amendment. Pl. Port. Bull. 30: 223-234.

25. Lin, Y. S., S. K., Sun, S. T. Hsu, and W. H. Hsieh. 1990. Mechanisms involved in the contol of soil borne plant pathogen by SH mixture. Pages, 249-259, in D. Hornby et al, eds. Biological Control of soil-borne Plant Pathogens. C. A. B. Int., Wallingford, Oxon, Ox 198 DE, UK, 477p.

26. Littrell, R. H., J. D. Gay, and H. D. Well, 1963. Chloroneb fungicide for control of *Pythium aphanidermatum* on several plants. Pl. Dis. Reptr. 53: 913-915.

27. Locke, J. C., G. C., Papavizas, J. A., Leuis, R. D., Lumsden, and J. G. Kantzes. 1983. Control of Pythium blight of snap beans by seed treatment with systemic fungicides. Pl.

Dis. 67: 974-977.

28. Papavizas, G. C., J. A. Lewis, and R. D., Lumsden, P. B., Adams, W. A. Ayers, and J. G. Kantzes. 1977. Control of Pythium blight on bean with ethazol and prothiocarb. Phytopathology 57: 1293-1299.

29. Papavizas, G. C. and R. D. Lumsden. 1980. Biological control of fungal propagules. Ann. Rev. Phytopath. 18: 389-413.

30. Schroth, M. N., and R. J. Cook. 1963. Seed exudates and its influence on pre-emergence damping off of bean. Phytopathoology 53: 670-673.

31. Stanghellini, M. E. and J. G. Hnacock. 1970. Radial extent of the bean spermosphere and its relation to behavior of *Pythium ultimum*. Phytopathology 61: 165-168.

32. Stanghellini. M. E. and W. C. Kronlane. 1986. Yield loss in hydroponically gorwn lettuce attribute to subclinical intection of feeder rootlet by *Pythium dossotocum*. Pl. Dis. 70: 1053-1056.

33. Stasz, T. E. et al.1980. Time and site of infection of resistance and susceptible germination pea seed by *Pythium ultimum*. Phytopathology 70: 730-733.

34. Wheeler, J. E. et al.1970. Comparative activity of Dexon and Terrazole against *Phytophthora* and *Pythium*. Phytopathology 60: 561.

35. Windel, C. E. and T. Konndahl. 1978. Factors afface *Penicillium oxalicum* as a seed protectant against seedling blight of pea. Phytopathology 68: 1656-1661.

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　58～61, 1992

設施栽培蔬菜蟲害及其防治

王　雪　香*

設施栽培已成爲本省新興的蔬菜生產方法，有別於一般傳統的露天栽培，雖然當初推廣設施栽培的目的是希望透過設施的保護，可減少或避免不良的環境如大雨、颱風、寒流等，甚至病蟲的侵入，而達到穩定產銷及提高品質等。但累積這些年的經驗已發展本土化的設施蔬菜生產技術，設施確有防雨之效果，可是防蟲效果卻沒有預期的好，周圍紗網是可以阻隔大型害蟲，對小型昆蟲的阻隔不但效果不佳，而且因設施的保護，設施內高溫、高溼的悶熱密閉微氣候更有利小型昆蟲的棲息繁殖，其發生爲害更甚於設施外的蔬菜上。

目前設施栽培的作物雖然包括有果菜類、瓜類、豆類、葉菜類…等多種，但除葉菜類外其他蔬菜有開花、授粉之光線、蟲媒等問題，大多限於某個時期內種植，無法全年栽種。葉菜類則是全年栽植，都市近郊更以直銷超市的精緻蔬菜爲設施主要生產目標，這類蔬菜能忍耐害蟲的爲害的程度更低。

其實設施內蟲害發生嚴重與否，和設施內種植之蔬菜種類、栽培管理、環境衛生及使用防治方法等有密切關係。設施內常發生之蟲害種類有小菜蛾、擬尺蠖、紋白蝶、菜心螟、斜紋夜蛾、大菜螟、捲葉蛾、黃條葉蚤、斑潛蠅、粉蝨、蚜蟲、薊馬及葉蟎等。這些蟲害種類與露天栽培者相似，但經濟重要性有很大差異。一般而言設施之紗網圍籬可阻隔大部分之大型昆蟲，此類害蟲發生輕微或偶而發生，成爲次要害蟲，但小型昆蟲卻是常年發生且防除不易之主要害蟲，謹將較重要之害蟲之爲害習性介紹於後，我們應先了解他們的習性才能選擇較佳的防治法。

小菜蛾：

全年均可發，目前仍是設施內主要害蟲，是十字花科蔬菜專食昆蟲，平常在夏季時藥劑防治效果較差，有較猖獗發生之現象，但可以用栽種其他葉菜類來逃避它的危害。在設施周圍附近沒有十字花科植物，或設施圍籬做得徹底可延後它爲害的時間，因本蟲在藥劑長期選汰壓力下容易產生抗性，因此少施用農藥減少抗性的發生，需要時則選用生物性製劑農藥如蘇力菌或黑殭菌等防治之。

菜心螟、大菜螟：

嚴重發生於夏季，是十字花科蔬菜專食害蟲，雖然它們對藥劑較敏感，但因二者均可吐絲綴連蟲糞覆蓋蟲體使藥液不易觸及，所以在設施外常有不易防治之感，設施內尙未有推廣藥劑，可用非寄主植物種植及周圍環境徹底清除十字花科雜草之方法，減輕被害。

捲葉蛾：

它發生於夏季之莧菜，莧菜是設施內夏季之主要菜類。爲害心葉，被害葉展開後形成大缺刻，影響外觀品質，目前設施內外均無防治藥劑。

黃條葉蚤：

全年均可發生，但夏季較嚴重，亦是十字花科蔬菜專食害蟲，是目前設施內土耕最不易防治

---

* 台灣省桃園區農業改良場副研究員

之蟲害。因爲本蟲之成、幼蟲均可爲害，幼蟲在土壤內棲息爲害未展開之心芽，成蟲在地上活動取食葉片。因此防治本蟲爲害，宜採預防性之土壤消毒，以免因種植後發生爲害時再噴藥，不但防治效果不佳且造成農藥殘留，或改種其他葉菜類逃避本蟲之爲害。

金花蟲：（又稱小猿葉蟲）

本蟲爲一鞘翅目小甲蟲，成、幼蟲均爲黑色，且均於葉片上取食，造成點點蟲孔，嚴重時葉肉被食光只剩下葉脈，亦爲十字花科專食害蟲，多發生於中北部之冬春設施內。

斑潛蠅：

本蟲是雜食性害蟲，終年均可發生，亦是設施內不易防除發生嚴重之害蟲，本蟲之成蟲以產卵管在葉片上穿刺，一方面吸取汁液，另一方面可能產卵於其內，孵化之幼蟲則在葉片內潛食爲害。留下表皮內長條狀之白色食痕，輕微爲害雖然不造成產量減損，但對精緻蔬菜之外觀品質卻有極大影響，重則產量品質受損。因此本蟲現爲設施內極需防除之害蟲，因本成蟲飛翔力強，蟲體小紗網檔不了，又爲雜食性昆蟲，幾乎是隨處存在。本成蟲對黃色有正趨性，因此可以在設施內懸掛黃色粘板即可偵測本蟲發生情況，又可除去部分成蟲。可選用毒性較低之有效農藥防治葉片上剛孵化不久之幼蟲。

蚜蟲、薊馬：

二者均爲雜食性，均於葉芽上棲息爲害，亦爲設施內主要害蟲，但爲害之嚴重性則視蔬菜種類而異，就短期葉菜類言，本類昆蟲的重要性不大，因爲它們多於蔬菜種植一個月以後才能出現較高密度造成爲害損失，短期葉菜類在設施內多於一個月左右就採收，所以這類害蟲不致造成爲害。可是對生育較長之瓜果、豆類，這類害蟲往往是屬採收時發生爲害嚴重之害蟲，往往是連續採收蔬菜類重要性害蟲，因繁殖快速防治不易，且又易產生抗性，致用藥次數頻繁亦是造成農藥殘留過高之主因。

粉蝨類：

包括有溫室粉蝨及煙草粉蝨等，多爲雜食性害蟲，可爲害瓜類、豆類及菊科作物等，成蟲善飛跳，成若蟲均於葉背上取食爲害，設施內最適宜發生。

蟎類：

包括有神澤葉蟎、二點葉蟎、茶細蟎等多種，其重要性如蚜蟲、薊馬，它們均屬生育期較長之蔬菜屆採收期重要害蟲。現有推廣藥劑可供選用。其中茶細蟎是目前設施內甜椒、番茄之重要害蟎，高溫之夏季發生嚴重可致新葉畸形，幼果上有粗疤及果肉堅硬，更甚者則使花芽、心芽脫落，因細蟎體細小，不易由肉眼看見，而且本細蟎只爲害幼嫩之組織，所以其爲害狀出現時多數之被害組織上已找不到細蟎，此時再防治已不及，目前只有藥劑可以控制細蟎的爲害，已推廣之殺蟎劑有部分對它有優異的防治效果，但噴灑藥劑時應提早於被害株出現輕微異狀時方能有較佳的效果。

防治方法：

小型害蟲已成爲目前設施內主要害蟲，雖然設施的紗網阻擋不了它們的入侵，但是做好設施之圍籬仍是重要工作，因各紗網可以阻止大型害蟲如紋白蝶、擬尺蠖、斜紋夜盜及甜菜夜蛾等之爲害。其次是注意設施內外之環境衛生、設施內之殘株棄葉、設施外之雜草及多餘之菜株應清除，使害蟲無處藏匿或無食物而遷移，待新遷入之害蟲成災時，菜株屆採收期，可逃避被害。另外不同種類蔬菜之輪作亦可避免被害，因爲每種害蟲均有其適宜寄主，在其發生嚴重時期，種植非寄主菜類，即可避免受害，甚至藥劑防治均可省掉。在設施內設置性費洛蒙誘蟲盒及黃色粘板等

，即可偵測設施內害蟲發生狀況，又可去除部分成蟲，是一種非常有效、省事之非農藥防治法。在害蟲發生密度高時仍需要施用化學藥劑，農藥選用時則參考植保手册所推荐之藥劑種類，避免使用不適當的農藥，造成農藥殘留過高。因爲無農藥殘留之安全清潔要求，是設施生產精緻蔬菜不可或缺之要求，所以施用農藥不可不慎。

圖一 小菜蛾爲設施內重要害蟲，抗藥性相當嚴重，可利用性費洛蒙誘蟲除去部分成蟲及蘇力菌來防治。

圖二 菜心螟可爲害十字花科蔬菜，因蟲糞堆積於蛀入孔，致一般農藥效果不佳。

圖三 大菜螟初齡幼蟲群聚於葉背，2－3齡以後分散各菜片取食。

圖四 斜紋夜盜幼蟲，雜食性害蟲，水耕之萵苣或其他蔬菜均可取食。

圖五　捲葉蛾多發生於設施內莧菜，在未展開或新葉上取食，留下許多缺刻。

圖六　金花蟲（又稱小猿葉蟲）專食十字花科之小甲蟲，成蟲、幼蟲均在葉片上取食。

圖七　黃條葉蚤成蟲在葉片上取食，留下許多點點小孔，孔周圍之葉組織纖維化，影響外觀及品質。

圖八　番茄斑潛蠅因成蟲蟲體小，飛翔能力強，且雜食性，所以已成爲設施內主要害蟲，幼蟲在葉肉內潛食，一般農藥之防治不佳。

圖九　粉蝨類包括有溫室粉蝨及煙草粉蝨，均爲雜食性，幼蟲多粘附於葉背上刺吸葉肉汁液，嚴重引起煤烟。

圖十　茶細蟎是蟎蜱類，在設施內發生爲害，不易由肉眼發現蟎體者，多於新芽上爲害，致葉片畸形，果實有粗疤，質地硬化，甚而花（葉）芽脫落。

養液栽培技術講習會專刊 第四輯 62～71, 1992

觀賞植物養液栽培

陳 榮 濱*

自 1964 年德國科學家 Knop 及 Sachs 共同研究以無機鹽類溶液栽培作物後，營養液栽培一直被應用於植物營養之研究，快速拓展了人類對於植物營養要素之需求及其功用的知識領域，功不可沒。

養液栽培應用在經濟生產則遲至 1940 年代開始，而於 1960 年代大量興起，並研發許多不同型式的栽培方式。1985 年日本筑波科學萬國博覽會展出一株水耕番茄巨樹，結了一萬二千個果實，震驚全世界，也展現了水耕栽培的深厚潛力。本省之養液栽培除傳統的芽菜及水塘蔬菜栽培外，應用現代技術之栽培者，以民國 58 年龍潭農校進行 0.3 公頃之礫耕爲最早，此後有台灣省農業試驗所之砂耕試驗，中興大學之立體栽培試驗，72 年鳳山熱帶園藝試驗分所進行水耕試驗，74 年台中區農業改良場進行水耕實用化研究，74 年起台糖埔里副產加工廠及溪湖糖廠先後進行水耕蔬菜生產，運銷台北、台中之超級市場。

多年來本省之養液栽培技術已相當進步，而且也開發多種適合本地環境之栽培系統。唯過去許多研究多數以蔬菜爲研究對象，有關觀賞植物之養液栽培報告較少。台灣糖業研究所爲配合台糖公司多角化政策，於 74 年進行養液栽培番茄、小胡瓜試驗，75 年進行養液栽培系統開發研究，76 年進行蝴蝶蘭及觀賞植物養液栽培試驗，79 年進行簡易栽培箱之研製以提供一般家庭栽培花卉蔬菜之用。茲將試驗結果摘要列述如下。

一、蝴蝶蘭養液栽培試驗

台糖公司因鑒於本省係蝴蝶蘭原產地之一，暨國外具有深厚潛力之蝴蝶蘭切花市場，乃選擇蝴蝶蘭爲該公司農務多角經營之對象作物，並積極進行育種，栽培管理，產品處理及運銷之研究，期能帶動台灣蘭界進軍國際市場。

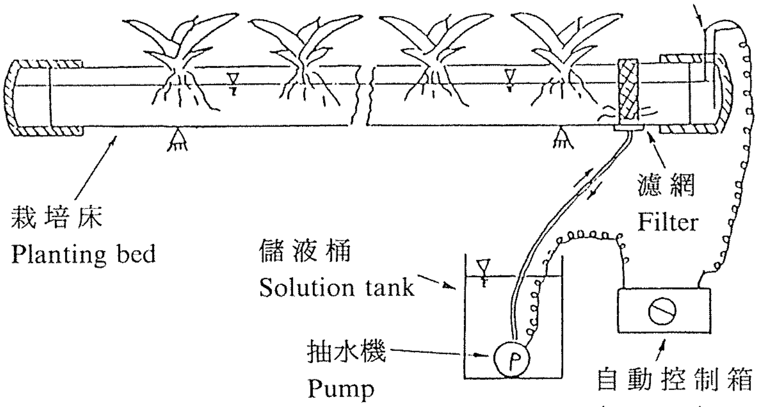
台糖公司栽培蝴蝶蘭係計劃以生產切花供外銷爲主，爲確保切花品質，必須以根域灌漑方式代替噴灌方法以避免在花瓣上滯留污斑而影響品質。

爲適應蝴蝶蘭氣生根之生理特性，本試驗採用給液換氣法塑膠管床養液栽培系統進行，該系統由塑膠管植床，輸液管，儲液桶，沉水式抽水機，水位控制器及定時器所組成（圖一）。養液由水位控制器控制，每 2 小時供輸 1 次，供液時根域之廢氣被排出，水位達到設定高度時由水位控制器切斷電源使植床內之養液自動排回儲液桶，排液時新鮮空氣即被引入根域而達成換氣作用，故可以適應蝴蝶蘭氣生根之需求。

本試驗使用之養液其組成爲：N: 99ppm, P: 40ppm, K: 168ppm, Ca: 80ppm, Mg:48ppm, Fe: 3ppm, B: 0.5ppm, Mn: 0.5ppm, Zn: 0.1ppm, Cu: 0.01ppm, Mo: 0.01ppm。儲液桶容量爲 30 公升，並予標訂液位，每週補充蒸騰消失之水分，測定 EC 及 pH 值，當 EC 值低於 0.8 mmhos/

---

* 台灣糖業研究所研究員



圖一　蝴蝶蘭養液栽培系統示意圖

Fig. 1. Diagram of nutriculture system for growing of *Phalaenopsis*.

cm 時，添加母液調節至 1.2, pH 值則控制在 5.5 至 7.0 之間，養液每月換新一次。塑膠管植床係用一般之塑膠管做成，長 4 公尺，徑 100mm，厚 3mm，每隔 20 公分以鑽孔器鑽一孔徑 25mm 之洞穴，做爲植穴，每一孔穴種植一株蝴蝶蘭種苗，每支塑膠管可種植 20 株。塑膠管內裝填不同介質，計有蛇木屑、發泡錬石、眞珠石、石礫及不放介質等 5 種處理。

蝴蝶蘭種苗計有三種交配組合，其中白花紅心 Dtps. (*Phal.* Lucky Lady x Odoriko) 有大、小 2 批種苗，大苗種植時已抽花梗並帶有花苞，苗齡 12 個月，雙葉展幅 18-20 公分，小苗苗齡 9 個月，雙葉展幅 12-15 公分。另有紅花 *Phal.* (Arai x Zauberrot) 亦爲小苗，苗齡 8 個月，雙葉展幅 12-15 公分，而白花組合 *Phal.* (Mount Kaala x Winter Maiden) 種苗略小，苗齡 6 個月，雙葉展幅爲 10 公分左右。種苗先放入栽培網室內經過一週之馴化才行定植。種植時將植株自原來之塑膠缽取出，洗去原有介質，剪除枯爛之根，經過 1000 倍 50% 億力 (Benlate) 溶液浸漬 15 分鐘後取出定植於塑膠管植床。定植時將根置入植孔中並以竹筷撥開介質，使根系伸展後再將介質撥回覆蓋根部，無介質之處理則僅將植株根部放入植孔中即屬定植完成。試驗在網室舉行，網室爲鐵架結構，四周圍以 32 目尼龍網用塑膠管夾固定於亞鉛管橫樑上，屋頂覆蓋塑膠布以防雨，並以 80% 百吉網遮陰。室內溫度夏季最高達 35°C，冬季溫度最低爲 11°C。76 年 7、8、9、10 各月瀕有颱風，尤其 7 月分之賽珞瑪颱風，掀去側網並吹破屋頂塑膠布，植株生長頗受影響。發現軟腐病 (Erwinia chrysanthemi) 時以 1.5% 漂白粉溶液控制。

本試驗採裂區設計，以植材計有五種處理爲主區，以不同苗齡種苗計 4 處理爲副區，即每種植材種植各批次種苗各五株，重覆 2 次。於民國 76 年 3 月間種植完成。其中白花紅心大苗仍帶花梗種植，植後任其綻放，至 4 月底剪去花梗。開花調查則自 10 月份花梗出現後開始，每週逐株調查花梗抽出數，並測量花梗長及開花數，直至翌年 4 月中旬爲止。開花性狀調查包括開花率，每株花梗數，花梗長，每梗開花數及花徑大小等，均經變方析以比較各處理之效應。

塑膠管床原以鑽孔爲植穴，種植時操作不很方便，而且後生之上位根不容易進入管床內，後經改用以開條孔植穴之塑膠管床，在本所之荷蘭溫室進行品種適應性比較試驗，並以盆栽作對照，調查生長及開花情形。參試品種爲 TS54 (Phal. amabilis x Phal. Moumt Kaala), TS55[Dtps.

Hama Lip x Phal. (Luly Lady x Pinlong Cardinal)], 及白花 (Phal. Terri Cook x Phal. Winter Maiden)。

試驗結果

圖二顯示以塑膠管床進行蝴蝶蘭養液栽培，植株可正常生長並開花。據觀察，植後一個月內舊根尖已繼續伸長，而且已有部份新根長出（圖三），其後生之上位根則有部分沿塑膠管外壁爬附，因此得以固定植株而免於歪倒（圖四）。種植初期部份植株因退盆洗根時根部受傷，而於定植後有發生根部腐爛現象，惟蝴蝶蘭生根力極強，且伸長快速，很快即可執行其吸收功能，植株恢復生機極爲迅速。在高溫期亦曾有軟腐病發生，經以 1.5% 漂白粉溶液噴施其感染部份，可有效抑制病斑繼續蔓延，並以該液進行循環系流之消毒，效果良好。有關各處理對植株開花性狀之調查資料經予統計分析並分述如下：

圖二 塑膠管床養液栽培蝴蝶蘭開花情形

圖三 植後一個月根部生長情形

圖四 新生根附着塑膠管外壁植株固定良好

㈠栽培介質對養液栽培蝴蝶蘭開花性狀之影響

蝴蝶蘭開花性狀調查項目包括開花率，每株花梗數，花梗長度，每梗開花數及花朵直徑等，表一所列結果顯示，不同介質間對於開花率，花梗長度，花朵數，花徑等並無顯著之影響，但對於每株花梗數則有顯著之差異，其中以無介質及石礫二種處理之花梗數較多，均為 1.1 支，其次為蛇木屑，再次為發泡鍊石，而以眞珠石最少，後兩者與前三者比較，差異極為顯著。

㈡養液栽培對不同苗齡蝴蝶蘭開花性狀之影響

表二為不同品種及株齡種苗經養液栽培後之開花情形比較：

1. 開花率

二年生之白花紅心大苗開花率達98%顯著優於一年生之白花紅心小苗，白花及紅花。而一年生白花紅心小苗之開花率仍可達84%，亦顯著優於白花及紅花。白花及紅花二者開花率均未達50%，兩者差異不顯著。

2. 花梗數

二年生白花紅心之花梗數最多，平均每株達1.5支，一年生白花紅心次之，平均每株為1.2支，二者差異未達1%顯著水準。而一年生之白花及紅花每株各僅得0.5支，較前二者之差異達1%顯著水準。

3. 花梗長度

二年生白花紅心之花梗最長，平均達67公分左右，極顯著優於其他三品種一年生植株，而白花之花梗長度居其次，平均56公分，一年生白花紅心再次之，平均為52公分左右，其最短者為紅花之43公分。

4. 每梗花朵數

二年生白花紅心平均每支花梗着花9.7朵，極顯著優於其他三批一年生植株，而其中之白花紅心平均每支尙着花7.6朵，顯較白花5.6朵及紅花5.0朵為多。

5. 花徑大小

花徑以白花之10.0公分為最大，二年生白花紅心9.3公分居次，而一年生白花紅心平均花徑為8.9公分，紅花花徑則僅8.1公分。

表一　不同栽培介質對養液栽培蝴蝶蘭開花之影響

介質種類	開花率（%）	花梗數（支／株）	花梗長（公分）	花朵數（朵／梗）	花徑（公分）
蛇木屑	72.5a*	1.0 b	54.4 a	7.5 a	9.2 a
發泡鍊石	60.0a	0.7 a	56.9 a	6.6 a	8.9 a
眞珠石	52.5a	0.6 a	56.1 a	6.2 a	9.0 a
石礫	70.0a	1.1 b	55.0 a	7.7 a	9.1 a
無介質	75.0a	1.1 b	54.9 a	7.1 a	9.1 a

* 同一欄平均值具相同英文字母者，差異未達 1% 顯著水準。

表二 養液栽培對不同品種蝴蝶蘭開花之影響

品 種	開花率 (%)	花梗數 (支／株)	花梗長 (公分)	花朵數 (朵／梗)	花 徑 (公分)
白花紅心大苗	98.0 c	1.5 b	66.7 c	9.7 c	9.3 bc
白花紅心小苗	84.0 b	1.2 b	51.6 b	7.6 b	8.9 b
紅 花	46.0 a	0.5 a	43.3 a	5.0 a	8.1 a
白 花	36.0 a	0.5 a	56.3 b	5.6 a	10.0 c

* 同一欄平均值具相同英文字母者，差異未達 1% 顯著水準。

由表三結果顯示，不同栽培方式間對生存葉數、葉長、葉寬、新葉出生、乃至花梗長度及每梗花朵數，均有極顯著之差異存在，而均以養液栽培較盆植者爲佳。至於每株花梗數及花徑大小，則差異不顯著。品種間則以葉長、葉寬、每株花梗數，每梗花朵數及花徑大小等呈 1% 差異顯著水準。其中 TS54 品系葉片短而寬，TS55 品系葉片長而狹，白花品系則居其中，三品系植株形態顯著不同。品種間開花性狀亦有顯著差異；TS54 每株花梗數顯著多於其他二品系。花梗長度在品種之間差異達 5% 顯著水準，其中白花品系較短。每梗花朵數仍以白花品系最少，與其他二品系相較達 1% 差異顯著水準。至於花徑大小，品種間差異達 1% 顯著水準，其中以白花極顯著較大於其他二品種。栽培方式與品系之交感效應，僅每株花梗數及花徑數及花徑大小二項達到 5% 顯著水準。此顯示品種間可因栽培方式不同而有不同之反應。

表三 荷蘭溫室蝴蝶蘭養液栽培試驗之生育情形

栽培方式	品 系	生存葉數 (片／株)	葉長 (公分)	葉寬 (公分)	新葉出生數 (片／月)	花梗數 (支／株)	花梗長度 (公分)	花朵數 (只／支)	花徑 (公分)
養	TS 54	4.9	13.6	7.2	0.32	1.5	58.3	6.6	9.4
	TS 55	4.7	17.7	5.5	0.36	0.9	56.8	6.6	9.5
液	白 花	4.4	15.3	6.0	0.40	0.9	54.3	5.3	9.8
盆	TS 54	4.0	11.7	6.5	0.12	1.4	46.2	4.5	9.7
	TS 55	3.8	15.2	5.3	0.12	1.0	42.3	4.5	9.4
植	白 花	3.8	12.3	5.1	0.12	1.0	39.5	3.5	10.5
差異顯著性	栽培方式	**	**	**	**	N.S.	**	**	N.S.
	品 系	N.S.	**	**	N.S.	**	*	**	**
	交感效應	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	*

*=5%, **=1%, N.S.=差異未達 5% 顯著水準。

二、觀賞植物養液栽培試驗

本試驗主要爲探討不同觀賞植物對養液栽培之適應性及自動化循環系統之功能。供試作物爲黃金扁柏，羅漢松，袖珍椰子，金門榕，馬拉巴栗等。以保麗龍魚箱，52×31×18cm 及 52×31×23cm 兩種規格作爲種植槽，槽內塡放眞珠石，發泡鍊石，石礫及不塡放任何介質爲處理，每箱種植四株，每一種作物分別種植在不同處理之種植槽中，由同一儲液槽供應養液。儲液槽爲容量 130 公升之普力桶，內裝 100 公升之養液並置一沉水式抽水機。由定時器控制，定時供輸養液至種植槽中，並由水位控制器控制水位，當液位達到設定高度時即自動切斷電源，停止供液，此時植槽內之養液即自動回流至儲液槽而完成循環。由於每循環一次即完成一次給液及根域內之氣體交換，故以本系統進行養液栽培無需裝設養液空氣混入器。養液之組成爲 N: 176ppm, P: 78 ppm, K: 195ppm, Ca: 100ppm, Mg: 40ppm, Fe: 3ppm, Mn: 0.5ppm, B: 0.5ppm, Zn: 0.1ppm, Cu: 0.02ppm, Mo: 0.01ppm。養液每二小時循環一次。另設一組打氣法傳統水耕作爲對照。每月調查生長量。76 年 4 月開始試驗，77 年 10 月結束養液栽培並移植於有土及無土介質，進行一般盆植栽培，以探討各種觀賞植物於養液栽培後進行一般栽培之適應性。

試驗結果

表四顯示，參試之各種作物之生長量以種植於大盆者較小盆者爲佳。而傳統水耕之生長量較諸其他各處理爲差，無介質之處理亦普遍較其他處理爲低，黃金扁柏之差異較少，羅漢松，袖珍椰子，金門榕，馬拉巴栗等差異較大。以作物別而言，黃金扁柏以石礫及發泡鍊石爲介質較佳，眞珠石及無介質次之，傳統水耕最差。羅漢松以眞珠石最佳，石礫及發泡鍊石次之，無介質及傳統水耕最差。袖珍椰子則在發泡鍊石生長最快，石礫及眞珠石次之，無介質及傳統水耕最差。金門榕則在眞珠石及發泡鍊石生長最快，石礫次之，無介質及傳統水耕略差。馬拉巴栗以發泡鍊石之介質生育較佳，眞珠石及石礫次之，無介質再次之，而以傳統水耕最差。

表四　觀賞植物養液栽培生長量調查　　（公分／株）

處理	黃金扁柏	羅漢松	袖珍椰子	金門榕	馬拉巴栗
大盆	35.6	57.6	6.4 *	113.2	95.9
小盆	31.5	31.5	5.4	96.9	46.2
眞珠石	30.6	65.3	6.3	113.6	85.8
發泡鍊石	40.6	47.9	6.6	112.9	106.1
石礫	41.5	49.3	6.4	108.8	64.9
無介質	31.3	13.7	4.5	85.1	27.4
傳統水耕	13.7	10.4	4.4	60.0	11.9

* 單位爲葉數／株

由表五可知除金門榕及黃金扁柏之成活率偏底，分別為 69 及 76% 外，其他三種作物之成活率均達到 97% 以上，尤其袖珍椰子之成活率達到 100%。至於使用有土介質或無土介質對於五種觀賞植物成活率之高低並無顯著影響。而且以一般盆栽方式栽培均可正常生長（如圖五）。金門榕及黃金扁柏成活率偏低之原因，可能與移植時剪根較多有關，該兩種作物根系較大，定植時必須加以修剪始能植入植缽中，可能因切口感染病原菌而降低成活率。

表五　養液栽培觀賞植物移植於介質盆栽成活率調查

植物種類	介質	種植株數	成活株數	成活率（%）
黃金扁柏	有土介質	9	7	77.8
	無土介質	34	26	76.5
羅漢松	有土介質	11	10	90.9
	無土介質	36	36	100.0
袖珍椰子	有土介質	11	11	100.0
	無土介質	31	31	100.0
金門榕	有土介質	10	7	70.0
	無土介質	32	22	68.8
馬拉巴栗	有土介質	10	10	100.0
	無土介質	29	28	96.6

三、簡易栽培箱之開發

近年來由於本省經濟快速發展，導致社會型態及城鄉人口結構發生急遽變化，因為都市人口快速增長，以致都市居民之居住活動空間日益狹窄，加以經濟活動頻繁，生活步調緊張而單調，日常生活極需綠色植物加以調和。因此政府幾年來極力推展環境綠化運動，鼓勵人民多多種植蔬菜、花卉及觀賞植物等來美化居住環境，以達到休閒及調和身心之目的。本所乃於民國七十九年初開始着手進行簡易栽培箱之研製。研究目標為開發一種輕便、栽培管理簡單、適合於一般家庭在陽台或屋頂栽培蔬菜、花卉，具有教育、休閒及實用性之栽培箱。經過一年的試驗研究，終於完成開發工作，並已製造成商品（圖六）。經試驗種植蔬菜及花卉，成果相當良好（圖七、八、九）。

㈠蔬菜作物試種結果

表六為應用台糖簡易栽培箱種植各種蔬菜之收穫結果。其中以皺葉白菜、青梗白菜、小白菜、蕹菜、油菜及珠蔥之收量較高，平均每箱每次可收穫一公斤以上，茼蒿之收量最低，每箱每次收穫半公斤左右。其他蔬菜種類之收量則在 600 至 900 公克之間，如此的收量可足夠一般小家庭一餐食用。

圖五　觀賞植物於養液栽培後進行一般盆植栽培可正常生長

圖六　台糖簡易栽培箱商品

圖七　室外栽培蔬菜加套防蟲網

圖八　台糖簡易栽培箱栽培茼蒿

圖九　台糖簡易栽培箱栽培三色堇

表六 簡易栽培箱試種蔬菜收穫實績

蔬菜種類	收穫箱次（次）	平均產量（公克／箱）
皺葉白菜	27	1,245
青江白菜	8	1,125
小白菜	2	1,100
黑葉芥藍	28	652
皺葉萵苣	18	733
本地萵苣	7	671
茼蒿	21	489
蕹菜	2	1,150
芹菜	2	880
油菜	2	1,100
大蒜	1	800
茴香	1	650
珠蔥	1	1,200

㈡花卉作物試種結果

表七爲簡易栽培箱種植各種花卉之生育記錄。大多數花卉都可正常生長並開花，其中孔雀草、紫芳草、非洲鳳仙及波斯菊等根系極爲旺盛，莖葉亦極爲繁茂，極適合以簡易栽培箱來栽培。三色堇、矮牽牛、星花福祿考、石竹及金魚草等花朵美麗，花期長，亦可適應栽培。至於紫羅蘭在本次試驗之表現似乎適應並不很好。

表七 簡易栽培箱試種花卉生育情形

花卉種類	生育情形
孔雀草	生勢旺盛，花朵艷麗，花期長，根群旺。
三色堇	生育情形良好，花朵艷麗，根系較弱。
紫芳草	生勢旺盛，花朵艷麗，花期長，根群旺，莖脆易折。
矮牽牛	生勢旺盛，花朵艷麗，花期長，根群略弱。
星花福祿考	生育情形佳，花朵艷麗，花期長，根系生長良好。
石竹	生育情形良好，花朵艷麗，花期長，根系略弱。
波斯菊	生勢佳，花朵易凋謝，開花期長，根系旺。
紫羅蘭	生勢弱，不易開花，根系弱。
非洲鳳仙	生勢弱，花朵艷麗，花期長，根群旺。
金魚草	生勢較弱，花朵艷麗，花期長，根系較弱。

討論與結論

蝴蝶蘭係氣生根植物，本試驗以給液換氣法塑膠管床養液栽培系統栽培，初步結果顯示，植株可正常生長及開花，其二年生之植株開花率可達 98%，平均花梗長度達 67 公分，每支花梗着花數可達 9.7 朵，已符合外銷日本之規格，而一年生植株開花品質則尚未達此標準。本試驗之無介質處理，無論植株之生長勢或開花品質均不比其他處理差，故實用上可不用任何介質，然而為能保持植床管內之濕度，建議在管底鋪一層石礫，其價格既便宜又可以減少灌溉次數而節省能源。筆者在本試驗發現 1.5% 漂白粉溶液具有控制軟腐病之效果，後經台灣糖業研究所位等 (1989)進行藥劑篩選試驗證實，漂白粉溶液具有抑制菌落生長之作用。本養液栽培系統應用在以切花為目的之蝴蝶蘭栽培，將可免除換盆工作而節省大量人工及資材，並可避免自株頂澆水及施肥而影響切花品質，亦可應用於蝴蝶蘭生長與發育生理之研究，宜進一步研究改進養液栽培系統之結構及栽培方法，俾能擴展其用途。

觀賞植物以養液栽培方式種植，具有生長快速，管理容易並可避免土壤病原菌之感染，其移植於一般介質繼續栽培，成活率又相當高，故苗木外銷如果受到檢疫問題之限制，應可以養液栽培方式培育予以因應。

台糖簡易栽培箱主要之特點在於其結構簡單，極為輕便，栽培管理容易，具備防蟲罩，可生產無農藥蔬菜及花卉，養液溫度穩定，可供週年作露天栽培，不需電源，亦無需加蓋防雨設施，頗適合於一般家庭栽培，目前正推廣試銷中。

參考文獻

1. 李 哖、林菁敏 1984. 溫度對白花蝴蝶蘭生長與開花之影響 中國園藝 304: 223-231。
2. 李 哖 1988. 蝴蝶蘭之生長與開花習性 蘭花生產改進研討會專集 p. 21-23。
3. 沈再發 1987. 台灣之養液栽培問題及展望 台灣農業 23 (1): 47-55。
4. 阮育雄 1988. 蘭花水耕滴灌栽培方法 蘭花生產改進研討會專集 p. 7-20。
5. 位國慶、楊秀蘭、潘榮松 1989. 蝴蝶蘭病蟲害之研究 台灣糖業研究所 77/78 年期研究試驗報告 p. 203。
6. 林菁敏 1983. 溫度、無機養分與栽培介質對蝴蝶蘭生長與開花之影響 台大園藝所碩士論文。
7. 洪星輝 1988. 台灣蝴蝶蘭溫室設施概論 蘭花生產改進研討會專集 p. 122-144。
8. 黃敏展 1987. 日本花卉市場之近況 花卉生產改進研討會專集 p. 10-17。
9. 高德錚 1987. 動態浮根式水耕栽培技術 台灣農業 23 (1): 85-94。
10. 陳榮濱、楊柏椿、黃東瑞、潘清樂、穆欽國、趙純明 1990 蝴蝶蘭養液栽培之初步報告 台灣糖業研究所研究彙報 127: 27-35。
11. 陳榮濱、黃東瑞、潘清樂、趙純明 觀賞植物無土栽培之研究 台灣糖業研究所 77/78 年期研究試驗報告 p. 210-213。
12. 陳榮濱、黃東瑞、潘清樂、趙純明 觀賞植物無土栽培之研究 台灣糖業研究所 78/79 年期研究試驗報告 p. 208-211。
13. 廖本裕 1986. 無土草花栽培 亞洲出版社。
14. Batchelor, S. R. 1981. Orchid culture-fertilizer. Amer. Orchid Soc. Bull. 50: 1207-1212.
15. Penningsfeld, F. 1985. Soilless propagation and cultivation of orchids. possibilities, advantages and disadvantages. ISSOC Soilless Culture 1 (1): 55-66.

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　72～74, 1992

談番茄的岩綿栽培

邱　清　鈺*

前　言

從事於農業生產已有十年之久，對於以往設施內的土耕栽培有連作的障礙，土壤病蟲害防治方面，欲加困難許多，且提高了生產成本，於是在民國七十八年從日本引進了岩綿栽培法，開始我對養液栽法方面的研究。剛開始是由 100M² 公尺種植洋香瓜，發現成本太高，且產品價位偏高，銷售不易，不過卻得到經驗，是由岩綿栽培蔬果較爲容易，而且裝配簡單。

在這前提之下，第二年面積增至 200 坪，種植了番茄與甜椒，選擇國內和國外的種子，作爲種植生產比較，發現適合設施內岩綿栽培法的品種，是「日本桃太郎」番茄，和「藍星」品系的甜椒，是較一般品系的生產來的多，但甜椒質輕，經濟效益低，且種子篩選不精純，毒素病較易發生，造成整床傳染，損失嚴重，所以我選擇了番茄做爲下年度所種植的農作物。種植面積由 0.25 公頃，增至 0.45 公頃，在這幾年之間，遇到許多困難和問題，本人感謝沈所長和桃園區農業改良場給與我的協助，使我瞭解更多的工作經驗，因此目前和幾位志同道合的青年農民，組織了一個共同經營班，面積達一公頃，希望能達到週年生產的目標。

栽培管理

一、育苗：種子催芽後，長出兩片子葉後，移植在育苗塊上，以 1/2 濃度的養液管理。

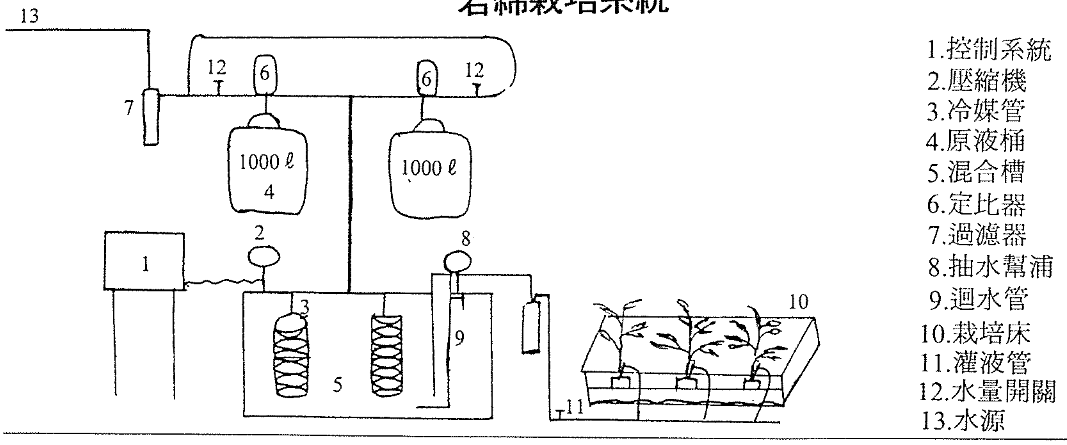
二、岩綿飽水：首先將清水洗滌岩綿床一次後，再將 1/2 濃度的養液水灌滿岩綿，在 4 天左右後，測 pH 值是否達到種植標準。

三、定植：在番茄苗長至 7 片葉後，即可定植，蓋上保利龍蓋子，插上點滴管，灌注養液。

四、生長管理：採用單幹整枝，側芽摘除，結果後適當去除老葉。

五、病蟲害防治：番茄病蟲害有白粉病、疫病、紅蜘蛛、夜盜蟲、番茄夜蛾，至於青枯病，在岩綿栽培法下，幾乎不存在。

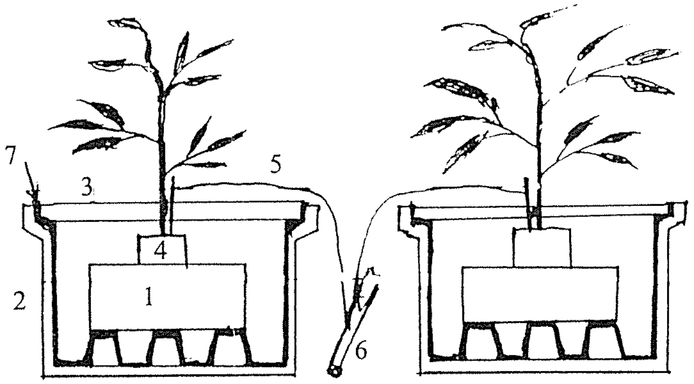
岩綿栽培系統



* 亞森農園負責人

岩綿栽培床之構造

本場使用了岩綿與NFT栽培法方式結合，組合現在的岩綿養液栽培床，岩綿床長91公分，寬20公分，高7.5公分，保利龍床長95公分，寬30公分，高22公分，溝槽高5公分，寬5公分，定植板厚2公分，寬32公分，構成一組栽培床，每床種植3株番茄，每株一組點滴管。〈如圖示〉



1.岩綿床
2.保利龍床
3.定植板
4.育苗塊
5.點滴管
6.灌液管
7.黑塑膠袋

栽培設施施工順序

〈施工順序〉　〈施工重點〉

一、溫室建造→1.基礎建設。　3.覆蓋塑膠布。
2.鐵架施工。

二、栽培床預備→1.設施內整地。　3.覆蓋銀黑塑膠布。
2.挖掘排水溝。　4.決定栽培床位置。
5.裝設定時灌液點滴管。　6.保利龍栽培床留排液口。
7.套上黑色塑膠袋。　8.放置岩綿、飽水。

三、裝設供液設備→1.設置2個原液槽。　3.接原水管路。
2.設置液肥混合槽。　4.裝置稀釋器。

四、電路配線→1.控制器、定時器、電磁閥。
2.冷凍水配置。

岩綿栽培床的管理

因岩綿床之介質溫度的變化，比土耕法激烈，夏季床溫過高，冬季過低的問題。因而夏季高溫期以冷凍水把床溫降至25°C以下。冬天寒流來臨時可在混合槽裏加裝加溫器，把液溫提升，可維持床內適溫。如此植物根部吸收養液較爲均衡。

再則是岩綿床內EC和pH管理很重要。如果EC值鹽類累積過高時，以清水清洗。pH過高時會發生生育障礙的現象，應用稀薄養液洗淨之後，再施磷酸或硝酸等調整培養液之pH。以上爲岩綿栽培必需注意事項。

圖一 農園自行開發之番茄岩綿栽培床。

圖二 番茄岩綿栽培育苗情形。

圖三 岩綿栽培溫室番茄（桃太郎品種）之生育盛況。

圖四 番茄岩綿栽培第一段花房結果情形。

圖五 岩綿栽培番茄採收後下位葉全部去除。

圖六 岩綿栽培番茄採收後，將主莖調降攀引，繼續結果採收。

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　75～77, 1992

洋香瓜養液栽培經驗談

葉　連　桂*

基本上，以民間養液栽培業者而言，從事養液栽培都想獲得較佳的經濟利益，然而目前實際上經營獲利農家實是有限，除成本和市場因素外，現階段國內養液栽培技術，應用於高經濟性作物並不多也是主因。事實上，養液栽培因根部環境生理緩衝條件比土壤低很多，所以管理也較複雜、精密，想完全或掌握重要作物生長條件，確實不容易，因此直接地影響了更高技術性經濟作物的實用開發速度。溫室洋香瓜養液栽培就是典型一例。

溫室洋香瓜養液栽培管理要件很多，主要有㈠合適養液栽培品種選定㈡洋香瓜之栽培模式系統㈢養液管理㈣整枝與病蟲害管理㈤設施環境因子條件等。目前民間洋香瓜養液栽培，只要秋冬作有加溫設施，可以全年生產洋香瓜，且在夏作品質都欠佳下，生產大小一致甜度 15～16 度的高品質洋香瓜。國內外學者專家有關溫室洋香瓜報導很多亦很詳盡，個人因學識和設備有限，無法提供各種詳細數據，僅將實際重點管理敘述如下，以供參考，倘有失誤之處，還請多指正。

一、洋香瓜品種與栽培管理流程

洋香瓜品種很多，有露地、溫室品種之分，因季節不同亦有春作、夏作、秋作各種品系區分，外形可大致分為結網紋與不結網香瓜兩大類。而溫室栽培大都選擇網紋漂亮，僅留一果之高品質洋香瓜。洋香瓜品種選擇對養液栽培之影響有季節、氣象條件、甜度、果實大小一致性、耐病性、適合養液生理特性等，品種選擇正確為養液栽培第一要件。

溫室香瓜秋作、夏作主要作業流程

	9月		10月		11月				12月
	5日	10日	1日	16－19日	1日	7日	10日	15日	20～25日
秋作	播種	健苗	定植	誘引	交配	摘心	疏果	吊果	收穫
	4月	5月		6月			7月		8月
	28日	5日	25日	8日	20日	27日	5日	10日	10～15
夏作	播種	健苗	定植	誘引	交配	摘心	疏果	吊果	收穫

溫室香瓜大都以直立式栽培為主，每株留一蔓留一果，視品種特性，秋作留果位置大概 12～15 節，夏作 11～13 節，如以母蔓為主則除留果位置外，子蔓須盡早去除，摘心節數大致

* 青田農場負責人

在 20～25 節之間，秋作交配至成熟收穫大約 50 天左右，夏作 45 天，以網紋洋香瓜爲主的栽培管理，整枝留果技術至爲重要。

二、栽培系統與養液管理

洋香瓜養液栽培系統應該具備以下條件：㈠適合果菜的栽培床，㈡根部通氣性良好，㈢操作與清潔衛生維護容易。各式果菜型栽培系統都有一定特色，掌握洋香瓜生理特性才是養液栽培系統的主要依據。

溫室洋香瓜養液配方（山崎）1000 公升

硝酸鈣	826 公克	EDTA－鐵	15～25 公克
硝酸鉀	606 公克	硼酸	3 公克
磷酸一銨	152 公克	硫酸錳	2 公克
硫酸鎂	369 公克	硫酸鋅	0.22 公克
		硫酸銅	0.05 公克
		鉬酸鈉	0.02 公克

洋香瓜養分吸收大致分爲營養生長期、授粉小果期、果實肥大期和果實成熟期等四個階段，以目前民間養液管理而言，授粉着果前 E.C. 維持 1.6～2.0 mmho/cm，果實肥大期 E.C. 維持 2.0～2.5 mmho/cm，果實成熟期 E.C. 提高至 2.5～3.5 mmho/cm。養液 pH 維持 5.5～6.5 之間。事實上養液栽培洋香瓜之養分吸收與 pH 之間的複雜變化，是需要學者專家等進一步研究探討的，民間只能以經驗，每期作些加加減減工作而已，只要果實大小合乎標準 1.5～1.8 kg（視品種而定），網紋均勻美麗，甜度能達到 15～16 度就可以算是不錯了，因爲養液栽培要精確控制養份與水份是相當困難的。

三、設施環境因子條件

溫室洋香瓜除養液栽培技術外，受日照量、溫度、濕度、水份等環境因子影響重大。

洋香瓜屬強光性作物，光照量必須達40klux上下，否則設施內容易徒長，影響品質。

溫度高低直接影響生育，適溫爲攝氏 25～30 度，對低溫很敏感，晝間溫度低於 17～18 度，夜間 12～13 度以下生育不佳，因此冬季常須加溫才能提高品質，洋香瓜夜間溫度與根壓作用意義重大。

濕度對溫室洋香瓜管理也有顯着影響，授粉期濕度高不易着果，且容易得病害。網紋洋香瓜從網紋分裂到收穫癒合完成、均勻，濕度與水份管理是關鍵要因。

四、病蟲害對策

養液栽培洋香瓜易得之病害有蔓枯病、蔓割病、白粉病、炭疽病、根腐病、毒素病和鐮刀菌感染的養液病害等。

蟲害有蚜蟲、潛葉蠅、薊馬等。

對病蟲害而言，洋香瓜預防重於治療，如果任何一種病蟲害不能及時發現或預防，後果是不堪想像的，應該參閱植物保護手册等進行防治。而養液栽培應注意：①徹底執行種子消毒②徹底

維護設備、器具及溫室內外衛生③徹底保持管理人員手腳服裝的衛生④將培養液循環，改為小規模以防養液病害大量蔓延。⑤徹底執行每一季收成後的消毒工作⑥適度使用有效農藥並講求使用上的安全⑦選擇抗病害品種。

五、結　　論

溫室洋香瓜養液栽培，民間雖然只是起步階段，尙待繼續努力之處尙多，然而獲得的初步成果應是肯定的，只要有適當的設備，全年生產品質高、甜度 15～16 度高級洋香瓜應指日可待，把養液栽培應用於高經濟性作用物之生產是我們一個重要目標，此有賴農業學者專家和民間業者的充分合作與協助指導。我們也應淸楚認知，生產技術與經營獲利，並不一定有關，唯有正確市場評估和導向，才是提高獲利、降低風險的最好辦法。

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　78, 1992

豌豆苗培育經驗談*

詹　明　與*

㈠種子：採用青皮及赤皮豌豆皆可。

㈡選種：無論仗用何種子皆必須使用篩選過的種子。

㈢清洗：在浸種以前必需將種子清洗乾淨，在清洗的程序中，可再一次利用種子在水中的比重不同，再一次篩選較不成熟及問題種子。

㈣浸種：依季節不同分春、秋、夏、冬不同的浸種時間，春、秋二季大致浸種20～22小時其間必需換水4次。夏季則在16～18小時，換水4次，冬季則在24～28小時間，若氣溫在15°C以下時則必須以45°C～50°C之溫水作加溫處理，以利種子發芽。

㈤播種：亦需依季節溫度不同作量多少之調整。夏季稍少，以種子不重疊爲原則，冬季可稍多些。

㈥育芽：播好之種子，建議採層架式管理，這樣可節省作業面積。種子在育芽過程中應保持適當之濕潤度，避免過濕及過於乾燥，育芽完必須相當注意其清潔度，並要保持通風，避免受病毒之感染，依經驗所得育芽室往往最易滋生病源，嚴重時整個育芽室的種子將報銷，預防病源可採用次氯酸納，或碳酸鈣作室內消毒。

㈦綠化：待種子發芽至2.5～3公分長度時，應移至綠化場作綠化處理，在綠化時應讓光源充足，否則會有徒長之現象，影響商品在市面上價值，並食用口感會較差，營養價值也將降低。

㈧施肥：看天候不一而定，建議在採收前二天時，可用0.1%之尿素作葉面施肥，可得良好之效果。

㈨結論：以上爲個人在培育豆苗上一些淺得，恐有諸多疏漏之處，望請給予指導與見諒，舉凡農業之工作，往往皆在實務中摸索所得較爲正確，謝謝。

圖一　豌豆苗培育初期生育情形

圖二　經綠化健苗之豌豆苗

* 青山綜合農場

養液栽培技術講習會專刊　第四輯　79～85, 1992

綜合討論

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）：

現在開始今天的綜合討論，首先介紹坐在前面的幾位老師，大家熟悉的王銀波教授是中興大學土壤系系主任；然後是中興大園藝系林深林博士，上午大家都聽過了林老師的課；旁邊這位一直沒講課的是鳳山熱帶園藝試驗分所蔬菜系系主任劉政道博士，他的專長是蔬菜，特別是種子的發芽；另外是高德錚博士，大家每年都見面的；再來是糖研所陳榮濱先生。我們另外還有邀請的是農委會園產科科長，直到剛剛快下班之前掛電話來，因爲有農民請願，不能來，所以眞抱歉，吳科長和目前負責設施園藝的蔡技正都不能來；還有農林廳特產科鄭科長，因爲調職花蓮區農業改良場場長，今天他們科裏面要歡送他，所以他也無法參加，而新任呂科長，因還未正式就任，所以也不能來，在此要先說抱歉。但是有問題的話大家也一樣的提出來，提問題之前請先自我介紹。

嚴春和（南投縣）問：

我目前在草屯種了一些水草，剛剛聽台糖研究所陳先生做了很多很先進的試驗報告，我也看了講義，想請教陳先生，您講義裏有些配方：氮、磷、鉀還有微量元素都做了很詳細的記錄，但是我想請教一下，因爲像觀葉植物都屬長期性作物，在養液調配的過程中有沒有依季節來調適？因爲我種的也是屬於比較長期性的作物，在這方面常給我很多的困擾，希望能聽您寶貴的意見，謝謝！

陳榮濱（糖研所）答：

我在資料上所用的配方都是週年使用的，沒有季節性，它的 pH 値和 EC 値的變化較小，而使用傳統配方的變化較大，尤其是 pH 値。

黃明良（嘉義縣）問：

有二個問題想請教高博士：(1)用食品級硫酸調整 pH 値與工業級硫酸有何利弊？(2)因爲要調整 pH 値，使用硫酸與磷酸對於蔬菜的開花有何影響？另外有個建議：剛才有位農友說他的露地香瓜生產以後銷路有問題，這方面我們很希望農政單位能夠想辦法透過媒體做關於水耕產品方面對消費者的廣告與教育，讓這些目前水耕的從事者有生存的可能，對嘉義地區以南而言，雖然水耕蔬菜有收成，但是市場上因爲還有很多消費者根本不曉得水耕蔬菜和網室蔬菜有何區別，有幾位太太告訴我說這不都是水耕蔬菜嗎？我說當然有別，水耕蔬菜和網室蔬菜有所不同，目前在南部空心菜和茼蒿都是帶泡棉上超市，但是在北部已經進步了，台中以北我曾經參觀過，他們的空心菜和茼蒿已經宿根栽培（留二年），這方面在台中以北沒問題，但在我們嘉義以南還是有很多消費者不能接受，好像過去有農友曾經發表說水耕就是一定要帶泡棉才是水耕，假如沒帶泡棉就是騙人的，這麼一講就頭痛了，因爲我們不帶泡棉上市場的話就麻煩了，但是當時我到台中參觀時聽栽培者說沒問題，因爲水耕蔬菜一入口就知道了，它特別嫩、脆、爽口，我當然相信，但是

目前在南部有很多消費者，第一不曉得何謂水耕？第二認爲水耕蔬菜就是要帶泡棉上超市，所以這方面希望農政單位能夠透過媒體給消費者教育的機會。

高德錚（台中區農業改良場）答：

(1)所謂食品級和工業級，食品級是指食品上可添加的物質，任何公司所生產的化工原料都有標出級別，那些主要成分也都會標示，這些標準也不是他們自己定的，而是規定要受檢，因爲產品要登記，所以商品有食品級和工業級之分。

(2)關於 pH 的問題，根據我們的經驗用硫酸也好、硝酸也好、磷酸也好，對於調整 pH 值所需用的量就不一樣，也就是說如果一噸的水要降一度的話，pH 由7降到6，則用硫酸、硝酸、磷酸所需添加的量均不同，當然添加量不一樣所代表的錢也不一樣，而事實上我們的看法是，不管硫酸也好、硝酸也好、磷酸也好，那一個都不要長期使用，最好混著用，因爲硫酸加太多硫酸根會留下來，這會影響到鈣的沈澱。

對於你的建議我倒是有個看法提供參考，水耕蔬菜和設施蔬菜本來就沒有什麼兩樣，而我要建議的是建立屬於自己的品牌。至於當年爲什麼會說一定要帶海棉，當初還沒有水耕蔬菜時爲的是要保持它的形象，而它最好的形象就是帶海棉，至於中北部目前的情形這也是在座各位的功勞，你們已經把消費者教育到能夠接受自己的品牌了。

黃明良（嘉義縣）問：

根據南部有一位化工推銷先生說，假如使用磷酸的話，15天以內蔬菜會提早開花，有沒有這種根據或是事實？

高德錚（台中區農業改良場）答：

對於黃先生的問題，連沈分所長都覺得驚訝！加磷酸會提早開花，我想大概沒有這樣的講法，平常在果樹上如果發生缺磷、缺鉀時可加一些磷酸沒有錯，應該是加磷而不是加磷酸，而對於開花如果有這麼好的作用，那爲了開花都可以加磷酸了，所以大概沒這樣的講法。

王銀波（中興大學土壤系）補充：

因爲我是中標局小組的召集人之一，所以工業級和食品級的分別我來解釋一下，這兩個級都要受檢，但是受檢的標準不同，工業級和食品級都各有標準，工業級的標準考慮作工業用途的時候不會危害工作的人就可以了；食品級的標準因爲要吃到嘴巴裏面去，所以考慮的較嚴格，某些副成分要求的比較嚴格，所以都要受檢，只是受檢的標準不同。

第二點，有很多種酸可用來降低酸鹼度，假設單純的以降低酸鹼度來講，那用什麼酸都是一樣的，不過降低 pH 值的酸有它的成分存在，一邊的氫離子都是一樣的，但是另外一邊有的是氯離子，有的是磷酸根離子、硫酸根離子，這就要考慮幾個問題，第一是品質，如硫酸根離子會增加蛋白質的量，磷酸根離子會增加味道，每一種離子都有它的功用；第二是這些離子加進去以後會影響到培養液的成分，陰離子太多了也不行，硫酸根離子太多了鈣會沈澱、磷酸根離子多了鐵就會沈澱，所以這要看你的養液是怎麼配的再決定用什麼去調整。

另有一個問題提到施磷酸會提早開花，事實上這是一體兩面，記得我剛畢業時是民國四十九年到屏東農專去做實驗，和現在到南美洲的吳先生種稻，我們做三要素試驗，結果很明顯的，施

很多磷酸的要比施很多鉀肥的收穫期相差了一個星期，開花也差了一、二個星期，可見目的並不在於提早開花而是縮短生長期，所以常常所種的作物，有時候施磷酸很好，有時候施鉀肥很好，這個要看天候，假如天候很好，施磷很有效，會提早成熟；但是天候不好陰天很多時施磷肥的話那就糟糕了，它生長期一縮短，長不好就開花了，因而每一個目的不一樣，我們所要加的東西也不一樣。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）補充：

有一個建議農政單位多做一些消費者教育的問題，我也覺得非常重要，目前水耕栽培的面積差不多二十公頃，以葉菜類計算，每作每分地可收2.5公噸，每年至少12作以上，則一年的產量大約是6000公噸以上，這6000公噸對於整個蔬菜市場的幫助很大，政府單位應該重視這個問題，譬如夏天雨季時我們仍有穩定而新鮮蔬菜供應，對於整體蔬菜的供應扮演很重要的角色。所以我會將此建議轉告新任農林廳呂科長及農委會吳科長，對於養液栽培蔬菜能夠多做一些給消費者教育方面的資訊。

項斯中（關島）問：

請問沈所長，A 槽與 B 槽硝酸和硝酸鉀各放半量的好處是什麼？

沈再發（鳳山熱帶園試驗分所）答：

我們剛才所提到的鈣和磷要分開，而中和時要用一些酸，其中以磷酸比較緩和一些，可使水的酸度降下來。另外為什麼將硝酸和硝酸鉀分為二槽呢？因為在酸性條件下的肥料塩溶解性會增加。例如在溶解微量要素硼砂的時候，不易溶解就加一點硫酸等，因為在酸中它更容易溶解。

彭新發（花蓮縣）問：

關於產銷問題我覺得很重要，我們努力在生產，不過在銷路方面，像我住花蓮玉里，參加農事研究班，我們那班是試種洋香瓜，成效還不錯，要共同運銷到板橋，結果拍賣的價錢就差了很多，在第一市場時拍賣的價錢是一公斤18元；第二市場三重只給 8 元而已，我覺得這不是拍賣的人員有作弊，我們農友對這些都不大清礎。我們住花蓮，資訊來源很差，農政單位對於相關的資訊是不是能夠盡快的讓我們知道，比方說什麼時間、產銷什麼，才不會衝突，謝謝！

王銀波（中興大學土壤系）答：

我想你提的問題事實上都是存在的，我們學校裏有個職員種木瓜，開始時他送到台北的市場去大家都不要，還要我們保證是台農 2 號才接受，但是一年以後，有三家共同運銷，只有其中一家出了點意外，人家就都不接受了，所以這個要看個人的信用，你的產品人家相信了以後自然價錢就好；另外三重和台北會有差別，就是消費者的習慣不一樣，有的地方相信水耕蔬菜，有的地方還不習慣，不習慣的處理方式就和一般的蔬菜一樣。我曾經去日本，帶了一批人去看有機農業，有些地方整個系統都做得很好，像一個組織，有自己的市場、批發商，這個人很有名，他去過印度、美國講學，但是他所做有機農業的產品賣出去比我們的便宜，而且他們的產量很高，又是完全開放不加管理的一種栽培方式，蔬菜不但會活且長得很好，慢慢地就越買越多了，他是學植病的，但現在反對施農藥，因而這些都是要靠我們自己和買的人去溝通，我們的東西好，建立

起信用，將來價錢就會合理，當然這是一般的作法，我們希望政府機構要有規劃。本來我們計劃有機農業的產品要輪流在農業改良場宣傳，我認爲可以這樣做，只要把我們的品牌打出來，讓人家有好印象，這樣慢慢地就會被接受，能接受就寧可多花一點錢來購買。

水耕蔬菜有一個好處是品質比較整齊，慢一點收還是很嫩，在超級市場就不用多花時間去整理，這些都是它的好處，而這些好處你不講誰會知道呢？所以要增加溝通的機會，這些也要依賴政府機構，用展示會或是各種不同方式，甚至於在電視、報紙等宣傳，這樣自然的大家認識就多，認識多了，價錢就會賣得好。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）補充：

謝謝王教授。另外，關於市場的資訊，農委會和農林廳有一個電腦網，這個電腦網是連接台北市場、高雄市場和主要農會，這些資訊在主要的農會都可以收集得到，問題是要怎麼樣從農會得到資訊，或許有些比較小的農會就沒有這套設備。如果各位有需要此資料，可以向農林廳或是向自己所屬的農會查問看看有沒有關於市場價格的消息。

高德錚（台中區農業改良場）補充：

關於市場行情的問題補充一下，農委會在每一個農業改良場的推廣課或推廣中心都設有市場行情的電傳視訊，你所在的農會應該都會有，因爲今年計畫每個農會都要有一套電傳視訊的設備，只要市場上有變化就會在電傳視訊上顯示，這一套設備應該是每一個農會都有，除非沒有做，各區的農業改良場也都有。關於這一點，我們台中區農業改良場現在的作法是，如果農民想要這個消息，假如有傳眞機我們就把資料直接傳給你，不然你可以到就近的農會去，打電話到改良場，各地的農業改良場均可，請他們把現在市場行情的資料傳到農會，這樣可以解決。

黃明良（嘉義縣）問：

學術界方面曾經有人提出所謂銨態氮對於我們人體有產生癌症的可能，因而有很多人對於水耕蔬菜會害怕，假如有一天眞正有這種東西發表在報紙上的話這些人都要躺下，關於這一點我想請教王教授，能不能給我一個答覆？

王銀波（中興大學土壤系）答：

不是銨態氮應該是硝酸態氮，有很多東西實在不是很確定，但是因爲用了很久大家都相信，據說硝酸態氮施用過多容易引起癌症，不過最近在南加州大學另外有一個研究，剛好跟這個相反，當然目前還沒有很多人知道，他發現有些抗癌因素在的時候硝酸的濃度高，所以這些因研究的問題而不同，以前是發現有癌的地方硝酸濃度比較高一點，所以認爲這些癌症可能是由硝酸累積而來，而有很多大醫院到現在還是相信這個說法，因而不只是台灣，日本、美國也一樣，在栽培的時候都想辦法使硝酸的濃度在可以的範圍內盡量讓它下降，早上也有講過好幾個方法可以使濃度下降，而且能降很多，這種新的看法因爲還在研究，大部分的衛生機構比較不相信，到目前爲止還是採用硝酸態氮過多會比較容易引起癌症的說法，所以我們還是要盡量讓硝酸態氮的濃度下降。這個不太難，只要在黃昏採收放到明天早上才送出去，就比早上採收下午送出去的硝酸態氮濃度降起碼三分之一到一半之多；我們談了很多技術，將這些都組合起來用的話應該可以降很多，而這也缺少很確定的試驗，事實上土壤種出的蔬菜硝酸態氮濃度高的還是有，而這是醫學上

的說法，所以我們只有配合，避免有人挑我們的毛病，而且能夠儘量降低我們所種的蔬菜中硝酸態氮的含量，賣出去也比較安全。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）補充：

去年或前年報紙上曾經有人發表過，這個說法使得台北記者馬上掛電話給我說有這個狀況，當時經本人說明後，於次日之民生報也將此意見予以刊載。大家知道，土壤裏所施的硫銨，同樣會經過微生物作用還原成硝酸態氮，露地蔬菜所吸收的仍以硝酸態氮爲主，而作物種類不同對氨態氮和硝酸態氮的喜好性也有異，剛剛王教授說的，及早上課程中所提的很多方法都可以降低濃度。

謝士元（花蓮縣）問：

我目前從事金線蓮的組織培養，也有失敗二次的經驗，是疫病發生很嚴重，所以想改用養液栽培試試看，不知道可不可行？可行的話是不是可以提供一些基本資料，因爲我是第一次參加這個講習會，謝謝。

高德錚（台中區農業改良場）答：

金線蓮適於在低溫的山區中生長，如果你栽培的金線蓮是在夏季，因爲高溫而腐爛的話，那即使改用水耕亦會有同樣的問題，因而要改善的應該是溫度的問題較重要，如果能夠改善夏季高溫的問題，那麼是不是用水耕的方式來栽培就比較容易了。

陳國棟（台北縣）問：

就亞硝酸塩會致癌的問題，我另外有一個疑問是既然沒有研究的事實來證實，也沒有數據的發表，到底它的可靠度在那裏？要將亞硝酸塩的含量降低，但是這和市場上的要求又剛好矛盾，大家都知道，早上採的蔬菜是又嫩又可口，下午採收的差了一截；在市場上來講也是一樣，早上採收的價錢永遠是比較高，這樣造成了互相矛盾。另外是岩綿的問題，岩綿是由岩石燒製而成的，它爲什麼不能回歸大自然而會造成公害？它不能分解嗎？謝謝。

王銀波（中興大學土壤系）答：

我們剛剛談的是硝酸塩，不是亞硝酸塩，亞硝酸塩存在的量非常少且不穩定，硝酸塩引起癌症這不是只有一個地方做的數據，有很多地方都做過，但是牽涉到人，就是不能把東西給人吃吃看是不是會有癌症，只能從得到癌症的人去分析，發現癌細胞附近硝酸塩的含量比較多，由這些歸納起來說硝酸塩較易引起癌症，所以爲什麼醫學在進步；農業也可以試驗，但是很多生化的問題沒有辦法試，因爲牽涉到人就不敢試，沒辦法拿去給人試一試。有些醫生不敢給自己的兒子開藥方，因爲醫生也不是每件事都無缺失，這樣太冒險了。我很榮幸，因爲我是做作物的，作物比較沒關係，死了還可以再試，試驗幾次都沒關係，今天高興種花，明天種白菜，什麼花樣都可以做，而不管做什麼試驗都要有相當的數據，不能空口說白話，可是用三角瓶做出來的結果，用白老鼠養的，跟人還是沒有辦法完全一樣，最多是養豬來做試驗，總不能拿人去做，所以這一段距離還是要靠比較長的時間、經驗來印證，這是硝酸塩的問題，所以每個學醫的都這樣講，學農的則比較不敢下結論。

高德錚（台中區農業改良場）補充：

關於硝酸態氮的問題，我記得前年的報紙上有刊載討論到底蔬菜裏面是不是含硝酸塩太多的問題，從前年開始我們就從水耕農家，中部、北部、南部等不同地區的水耕農家，定時的取樣，分別從養液、蔬菜兩方面去分析，目前我們得到的結果，大約養液裏的氮素，硝酸態氮濃度在150ppm以下，蔬菜的濃度大概800ppm，到底800ppm算不算高，到目前還沒有一個公論；像前幾天就在討論魚裏面的含汞量不能超過多少，像這一種標準硝酸塩倒是沒有。幾年前我有機會去荷蘭、德國，到德國時曾問過當地的衛生單位，因爲德國進口很多荷蘭的水耕番茄、青椒等，我問他們是否有定什麼標準，他們是有定標準，但是這些標準只是一個籠統，也沒有明確的限制，他們是希望荷蘭在出口給德國時應該多少，在夏天硝酸塩含量不超過3000ppm，冬天不超過4000 ppm，在這種狀況下台灣的800ppm事實上並不是很嚴重，這是硝酸塩的問題。另外，到底亞硝酸塩有沒有，剛才王教授有談到亞硝酸塩本身不穩定，的確沒有錯，我們由農家蔬菜分析，最多2ppm，或甚至更少。又以 EC 値來講，夏天的營養液如果在1.0左右，冬天不要超過2的話，大都不會有所謂硝酸塩超過的情形，這是我們由幾百個樣品及各個農家分析的結果。

至於岩綿污染的問題，在荷蘭有專門將岩綿回收的公司，荷蘭岩綿是一年用一次就不用了，花錢請專門的公司把它收回去，公司將用過的岩綿拿回去曬乾，再用機器處理；到今天爲止，據我所知世界上最大的公司已經設工廠要把岩綿回收，但是在台灣，不知道有沒有這樣的公司願意把岩綿再回收利用，這是一個困難。

詹文榮（南投縣）問：

首先要感謝沈所長、高博士及各位教授。我是從事蔬菜生產，有幾件事要請教長官：第一點，種水稻政府有割稻機、插秧機、乾燥機等，這些設施都改善得很新很好，而從事設施農業的人，政府對機械和輔導農民目前實在是做得太少，所以到上市蔬菜的困難是我的成本很高、花的人工很大，種出來的東西卻沒有很好，這就是缺少機器，在國外他們的機器很普遍，堆高機、輸送機、包裝機等都很現代化，而台灣要買一台這種機器無處買，也不曉得在何處有生產、有出售，導致了很大困擾，這個問題是不是可請在座的長官透過政府機關來提昇我們做設施農業的農民未來有進步的希望。第二點是蔬菜遇到刮南風的天氣，無論在設施裏面或是露地栽培也好，都會造成敗根、腐爛等情形，是不是有比較好的方法來使這些蔬菜有抵抗力？第三點是設施的資材，像帆布、黑網等和相關機器的設備，台灣在那裏有專業化生產，是否可以提供這些場商的地址、目錄給我們，讓我們能充分了解，譬如說我要買黑網，有扁線的、圓線的，有一單位 5 元的、10元的，這是不是有統一的規格和價錢給我們參考，讓我們的設施能趨向現代化、經費能較節省、提昇品質，在市場上和國外的競爭也好，和土耕的競爭也好，才有一個生存的空間，這點要拜託在座的長官幫我們開導，謝謝。

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）答：

詹先生所說的這幾點都是和大家有密切關係的問題，在這競爭的社會要如何加強推出自己的產品，在投資上不是只有政府、研究單位的功勞，在民間也有一部份先投資在做試驗、做先鋒的工作，有很多水耕的農民，我覺得在某一部份的工作他們確是花了很大的心血。在設備上政府能用什麼樣的方式來補助，譬如說負稅或其他方式，今天正好沒有行政單位的人員參加，我會將詹

先生的意見轉達給有關單位。至於農業資材的廠商，目前我們沒有辦法全部刊出，以前在專刊第二輯裏也有收集，如那些廠商是專門做塑膠布的、那些是蓋溫室的、那些是專門出售肥料的，這些我們都有收集，但有時會將某些廠商遺漏了而遭抗議，所以關於收集廠商資料的問題，我們在這一輯裏也盡量將廠商的地址、電話及銷售的產品清礎的列印出來給各位參考。

關於刮南風的問題有好幾個複雜的因素，有些是品種上的問題，刮南風時就是天氣熱，花椰菜如果遇到南風，花蕾上產生絨毛或葉化就沒價値了。尤其葉菜類這是個嚴重的問題，當好冷涼的作物遭遇突然的改變就產生問題；而是否還有其他原因，如南風來的時候濕度降低，或是還有其他因素造成成長上的困難，這些都有待解決，本來設施農業就是希望能克服環境，讓壞的環境不至於發生，所以我們應該如何來解決這些相關的問題，現在也無法一一答覆，眞抱歉！

沈再發（鳳山熱帶園藝試驗分所）：

我們將今天所做的問卷調查結果報告一下，問卷主要是想問各位有什麼意見反應給我們參考，並沒有其他的意思。對於講習會，塡寫的約四、五十位都認爲是〝滿意〞以上，有二位較不滿意，沒有關係，有不滿意的，我們也希望檢討，希望做到讓大家都滿意。其次，有沒有需要再繼續辦講習會的問題，大家的反應都是希望能繼續辦。去年停了一次，今年再辦，最好能做到大家都滿意的就是每年都舉辦，假如明年無法舉辦，因爲明年的計畫現在正在研提，希望後年能繼續的舉辦這個講習會。還有一項是講習會的內容要偏重那一方面的問題，幾乎所有的反應都是在營養生理方面要增加，然後是栽培管理的經驗談。今天有三、四位先生報告得非常好，和日本的農家比起來並沒有輸他們，我去參觀日本的農家，回來後認爲我們的成績能夠比他們更好。有關舉辦講習會地點的問題，雖然對北部、南部的人較不方便，但還是以選中部地區人數最多。我們會將今天的問卷整理出來給各位做參考。

今天，來參加的人員都是以目前有經營水耕者爲主，對於不能參加的人員我們感到抱歉。這次講習會也是農委會的經費補助，雖然農委會的人員沒有來，我們還是要在這裏致謝，更感謝各位熱忱的參加。還要感謝各位老師撥時間來寫講義及上課，我們會把講義都印出來。目前專刊第一輯都沒有了，我到日本時還有人向我要第一輯，日本也要我們這裏的資料，結果沒有了也無法贈閱；而各縣市政府特別推薦各位來參加，在此也向各推薦單位致謝。要有大家的努力才能有好的結果，希望我們的研究更落實，有更好的成果來幫忙大家，謝謝各位的參與，希望大家都能更進步。今天的講習會就到此結束，再次謝謝大家。

八十一年度養液栽培技術講習會問卷調查表

一、本人□是　□否從事養液栽培，如經營養液栽培生產，其栽培面積為＿＿＿＿＿＿＿分地。

二、您對養液栽培經營之利弊感想：

1. 有利點：(1)一年中可連作生產 ………………………………………… (　)
(2)勞力較輕便，可擴大經營面積 ………………………………………… (　)
(3)產量高，收益好 ………………………………………… (　)
(4)產品售價較高 ………………………………………… (　)
(5)以此方式經營即可營生 ………………………………………… (　)
(6)其他＿＿＿＿＿＿

2. 不利點：(1)投資設施費用高 ………………………………………… (　)
(2)肥料、農藥、水電費等維持費較高 ………………………………………… (　)
(3)並不如想像的高收益 ………………………………………… (　)
(4)更新栽培床所用塑膠製等資材費用高 ………………………………………… (　)
(5)人事費用仍高 ………………………………………… (　)
(6)其他＿＿＿＿＿＿

三、您對經營養液栽培未來的計畫為：

1. 繼續以現有栽培面積及作物種類經營 ………………………………………… (　)
2. 增加新的栽培作物種類 ………………………………………… (　)
3. 擬擴大經營的面積 ………………………………………… (　)
4. 現有設備使用至無法使用為止，不再繼續經營 ………………………………………… (　)
5. 栽培床等設施予以更新，繼續經營 ………………………………………… (　)
6. 目前已不再經營 ………………………………………… (　)

四、您對本次養液栽培技術講習會之意見：

1. 對本次講習會之內容是否滿意？
①很滿意　②滿意　③不滿意　④很不滿意 ………………………………………… (　)
2. 您認為是否應繼續辦理本項講習會？
①應繼續舉辦　②不必舉辦　③每隔二年舉辦一次 ………………………………………… (　)
3. 如繼續舉辦，您認為應增加之內容為：
①栽培法　②營養及生理方面之知識　③病蟲害防治　④栽培經驗
⑤其他 ………………………………………… (　)
4. 如繼續辦理講習會，您認為舉辦地點應在：
①北部　②中部　③南部 ………………………………………… (　)
5. 其他建議（請詳細說明）：

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

八十一年度養液栽培技術講習會問卷調查結果

一、本人從事養液栽培者 37人 92.5%
其栽培面積總計 63.58 分地
本人未從事養液栽培者 1人 2.5%
未作答者 2人 5%

	人數	百分比
二、您對養液栽培經營之利弊感想：		
1.有利點：(1)一年中可連作生產	33	82.5%
(2)勞力較輕便，可擴大經營面積	25	62.5%
(3)產量高，收益好	20	50%
(4)產品售價較高	23	57.5%
(5)以此方式經營即可營生	14	35%
(6)工作環境佳	1	2.5%
2.不利點：(1)投資設施費用高	35	87.5%
(2)肥料、農藥、水電費等維持費較高	18	45%
(3)並不如想像的高收益	21	52.5%
(4)更新栽培床所用塑膠製等資材費用高	18	45%
(5)人事費用仍高	19	47.5%
(6)其他①上級沒有補助，難考慮再擴場，回收太慢。	33	82.5%
②技術支援困難。		
③管理經營過程繁多，須較多時間。		
④病害多。		
⑤颱風災害嚴重。		
⑥台灣市場花卉銷路成問題，外銷困難。		
三、您對經營養液栽培未來的計畫為：		
1. 繼續以現有栽培面積及作物種類經營	22	55%
2. 增加新的栽培作物種類	22	55%
3. 擬擴大經營的面積	16	40%
4. 現有設備使用至無法使用為止，不再繼續經營	5	12.5%
5. 栽培床等設施予以更新，繼續經營	12	30%
6. 目前已不再經營	2	5%
四、您對本次養液栽培技術講習會之意見：		
1. 對本次講習會之內容是否滿意：		
①很滿意	17	42.5%
②滿意	21	52.5%
③不滿意	2	5%
④很不滿意	0	

2. 您認爲是否應繼續辦理本項講習會：

①應繼續舉辦	36	90%
②不必舉辦	0	
③每隔二年舉辦一次	4	10%

3. 如繼續舉辦，您認爲應增加之內容爲：

①栽培法	10	25%
②營養及生理方面之知識	17	42.5%
③病蟲害防治	9	22.5%
④栽培經驗	16	40%
⑤其他		

4. 如繼續辦理講習會，您認爲舉辦地點應在：

①北部	11	27.5%
②中部	22	55%
③南部	9	22.5%

5. 其他建議：

①延長講習會之時間，課程勿排太緊，以提高講習效果。

②請多增加花卉界先進國家養液栽培之資料。

③請將講師的幻燈片拷貝，提供學員參考。

④講師使用的幻燈片應附加口頭說明，英文圖表農民看不懂，想睡覺。

⑤希能提供各位講師的連絡地址，便於請教問題。

⑥爲何水耕栽培有關單位不補助呢？兩年前指示技術未成熟，不可推廣水耕栽培，爲何每年舉辦養液栽培講習會？本人認爲辦得非常好，藉此講習會反應，能向上級申請水耕業者補助，以增加經營信心。

⑦水耕肥料大多都是進口的，品質不穩定，未能達到我們所需的成份標準。

養液栽培技術講習會專刊第四輯

編 輯 者：沈再發、許淼淼

發 行 人：沈再發

發 行 所：台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

地址：高雄縣鳳山市文山路園藝巷 4 號

電話：(07)7310191～3

打字排版：長興電腦排版公司

承 印 者：佳興印刷局企業有限公司

電話：(07)7718363

中華民國八十一年九月出版　　非賣品

ISBN. 957-00-1167-X

統 一 編 號
03856810029

ISBN 957-00-1167-X